

# ***TECNOLOGIA DE CONTROLE NUMÉRICO***

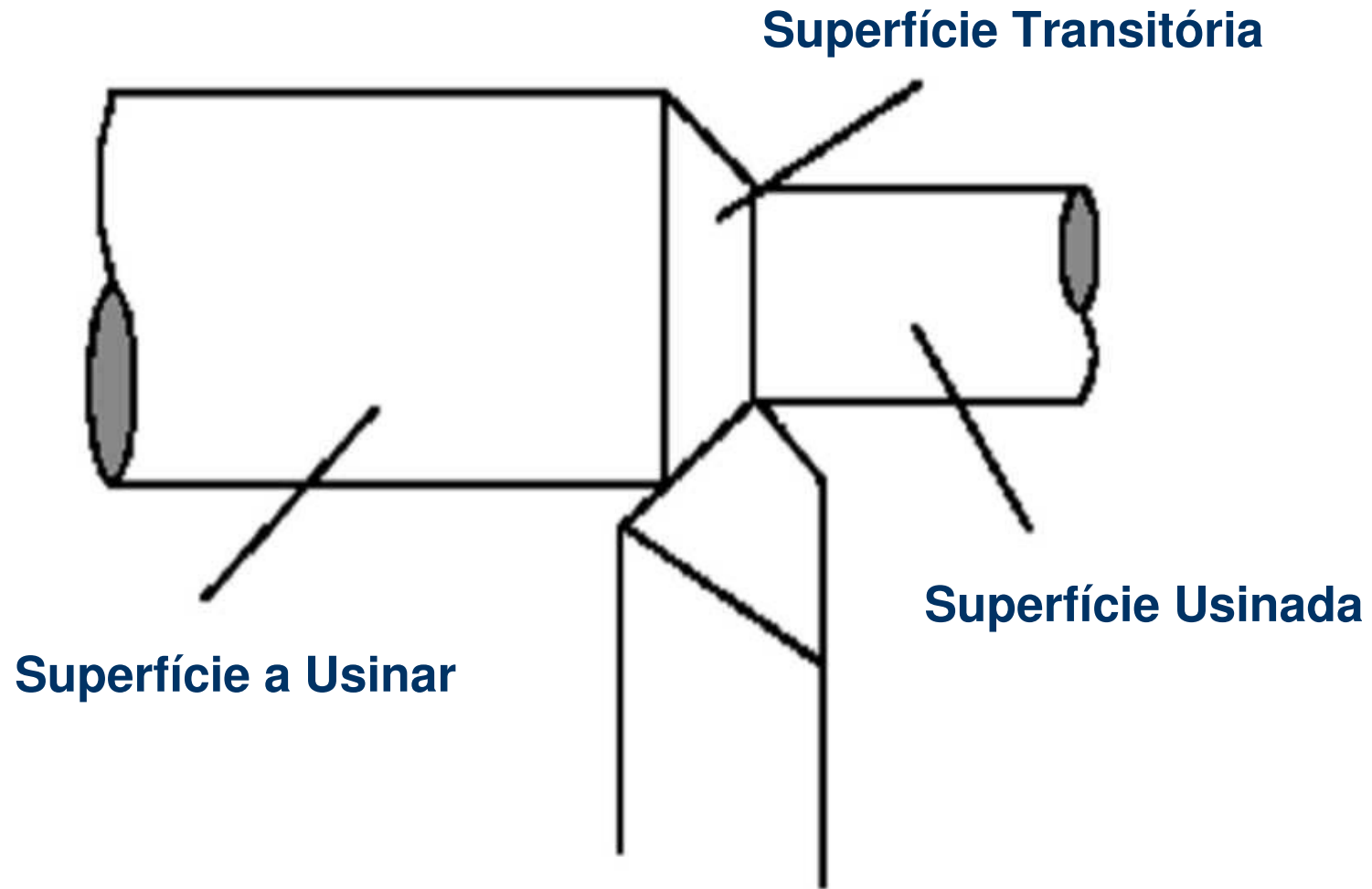
*ASPECTOS DE  
PROCESSOS DE  
USINAGEM*



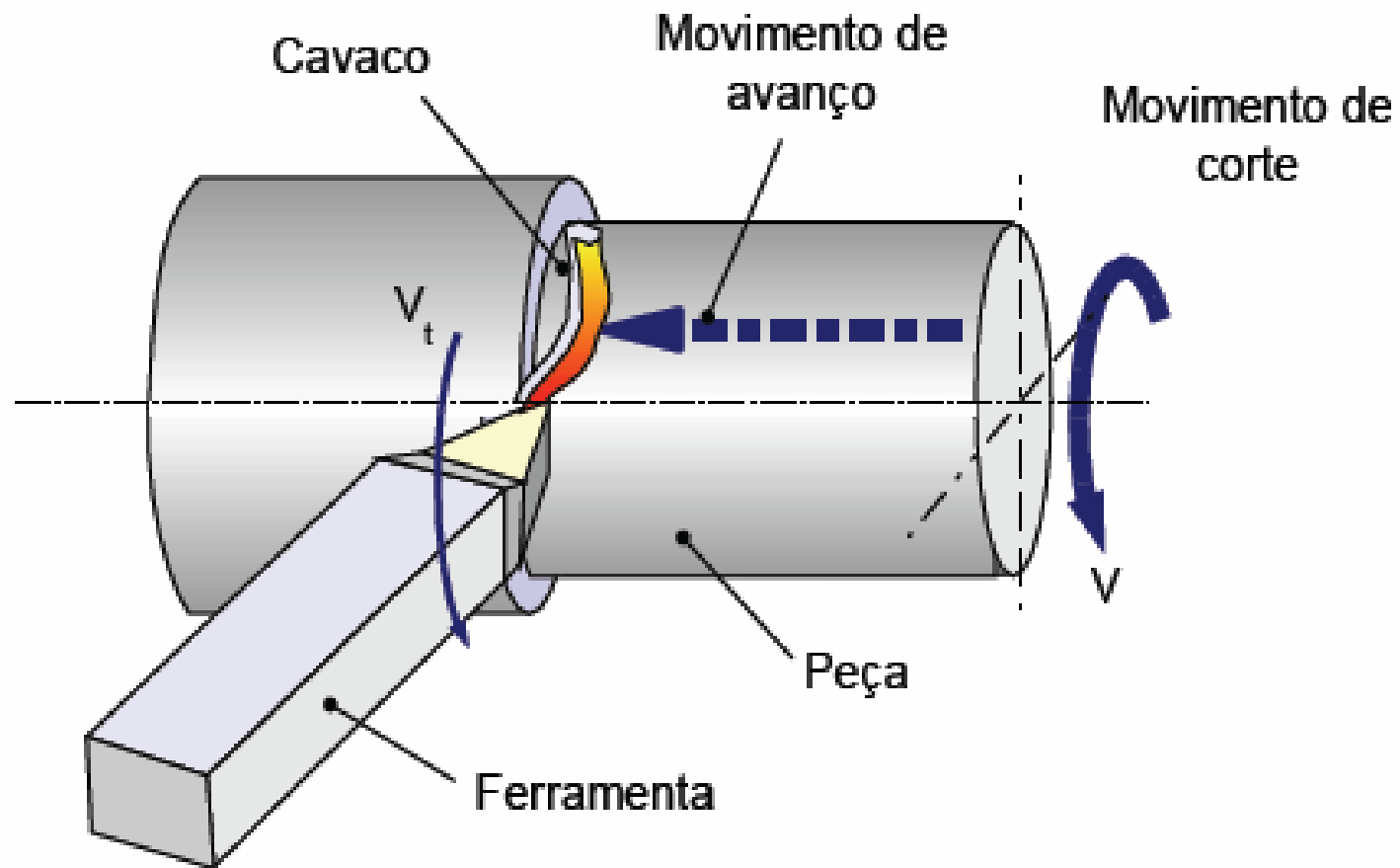
# *FERRAMENTAS DE USINAGEM*



## *Superfícies na Peça*

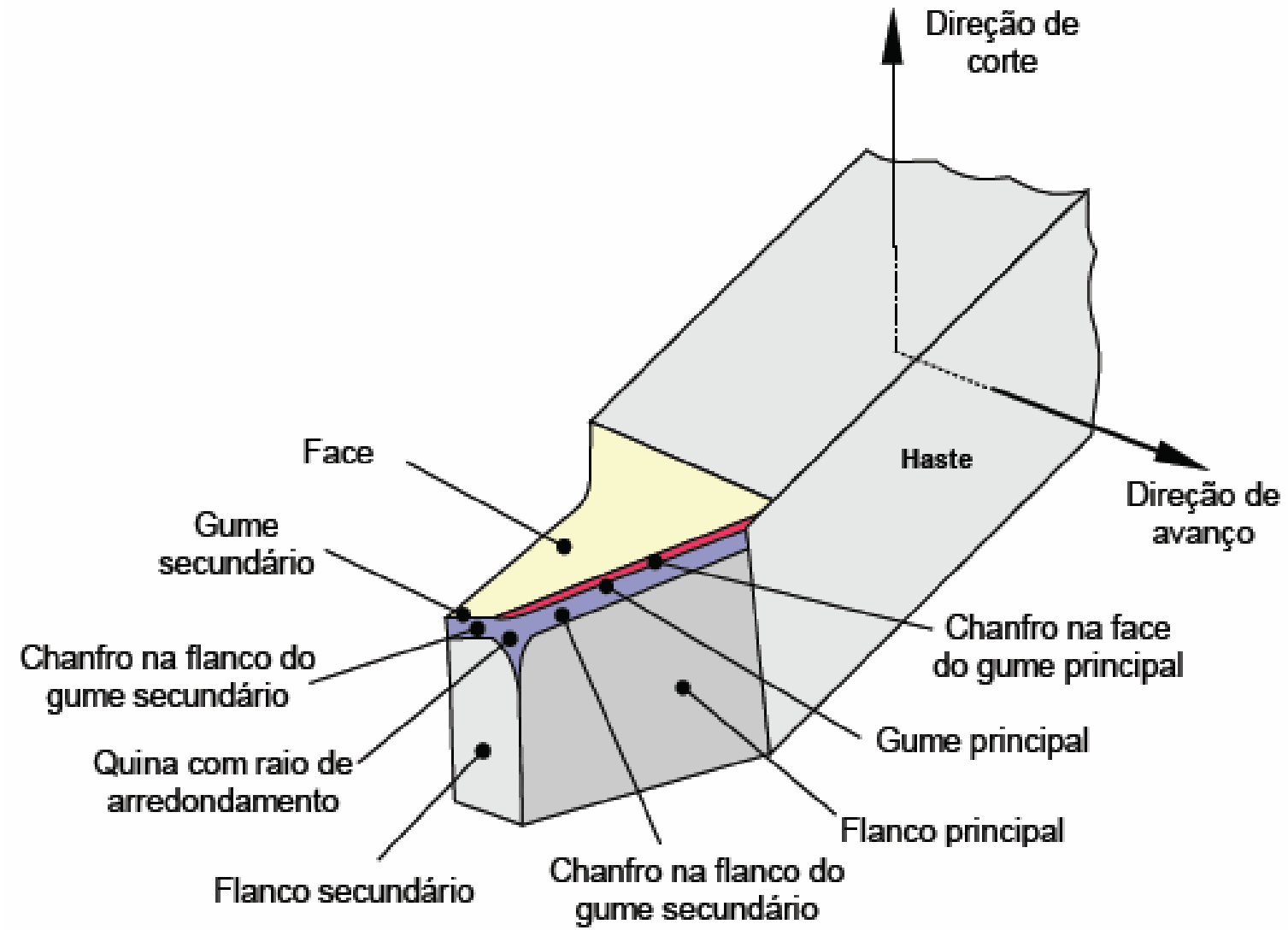


## Peça sendo torneada

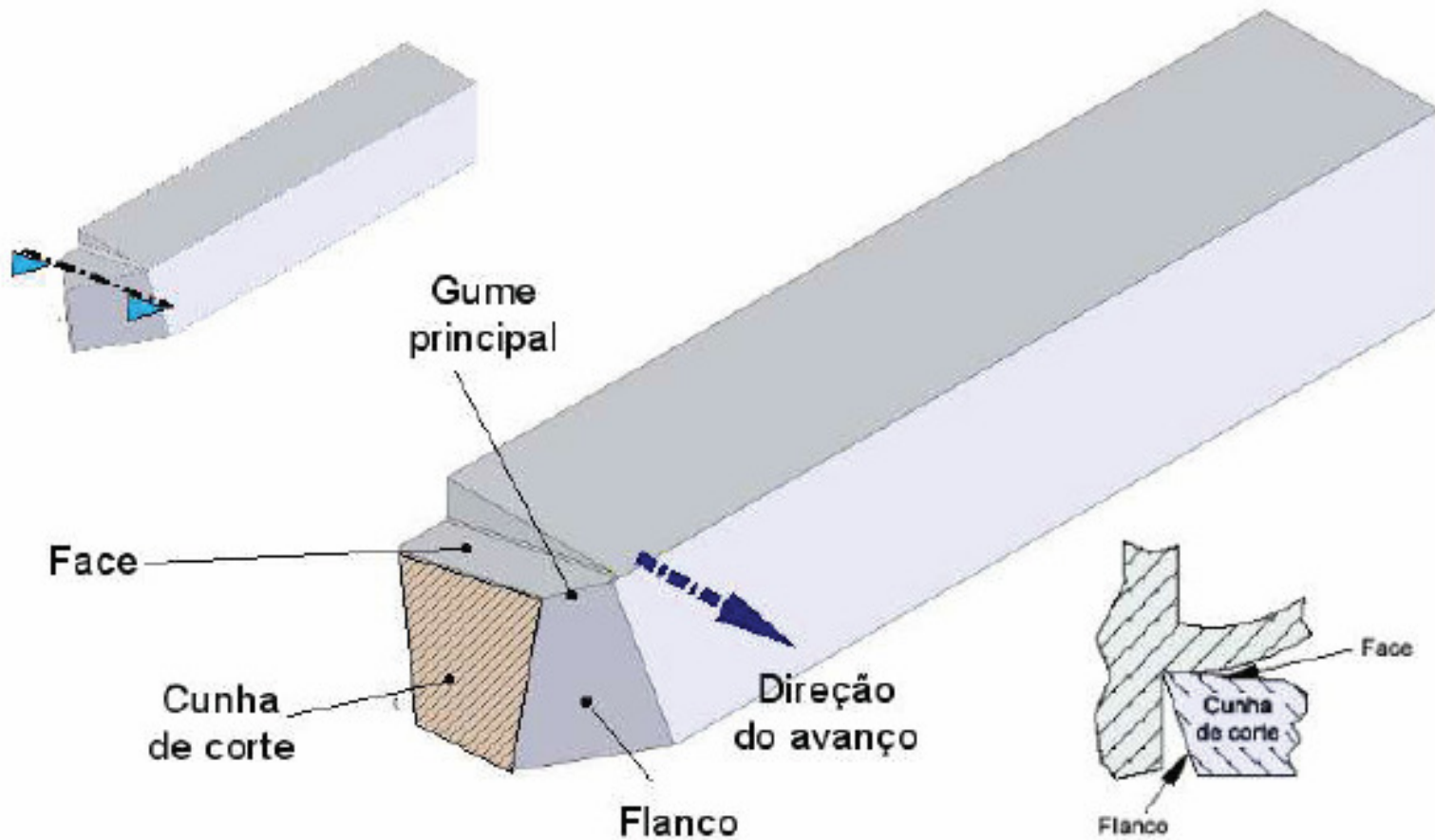




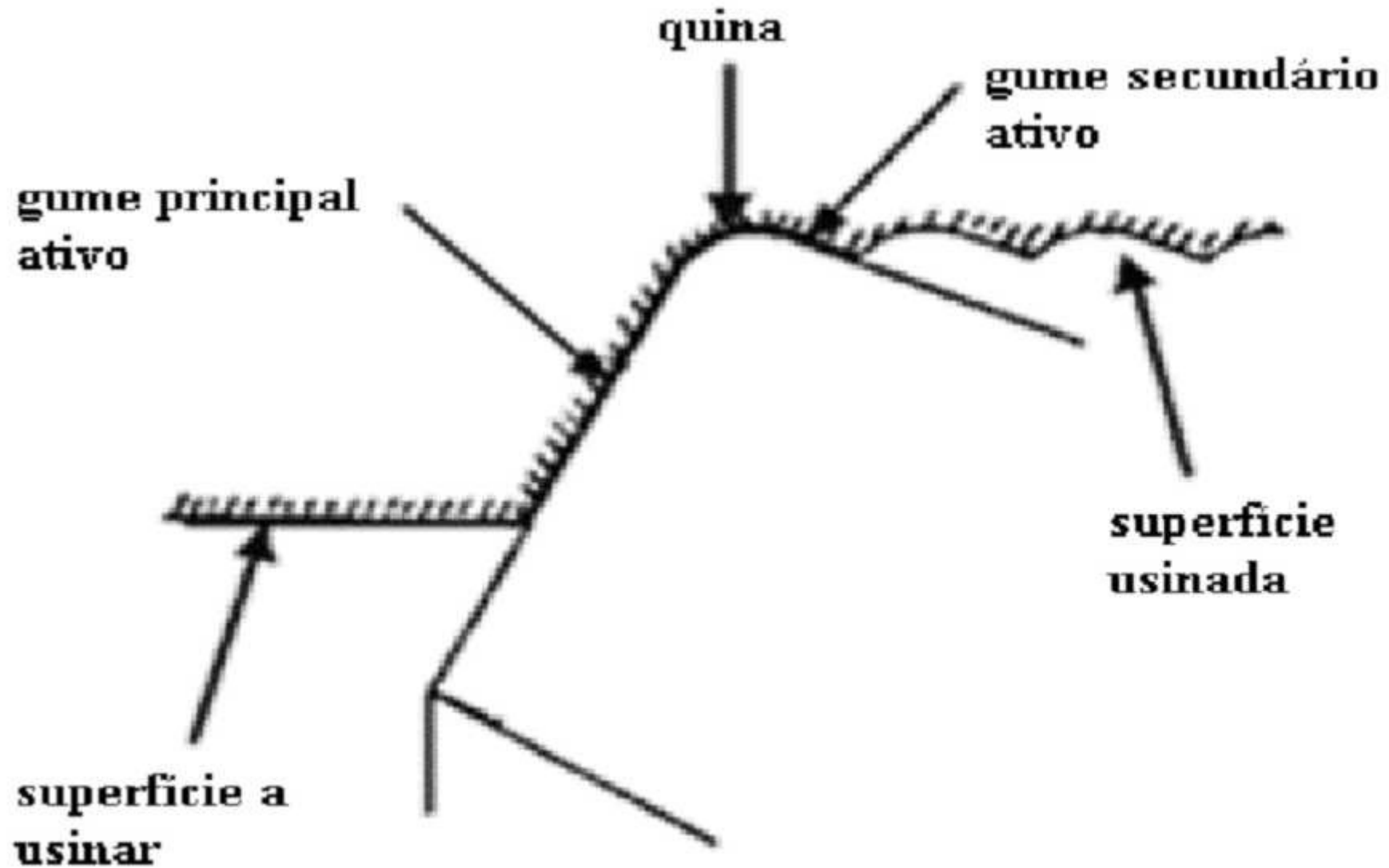
# Superfícies na Ferramenta



# Superfícies na Ferramenta

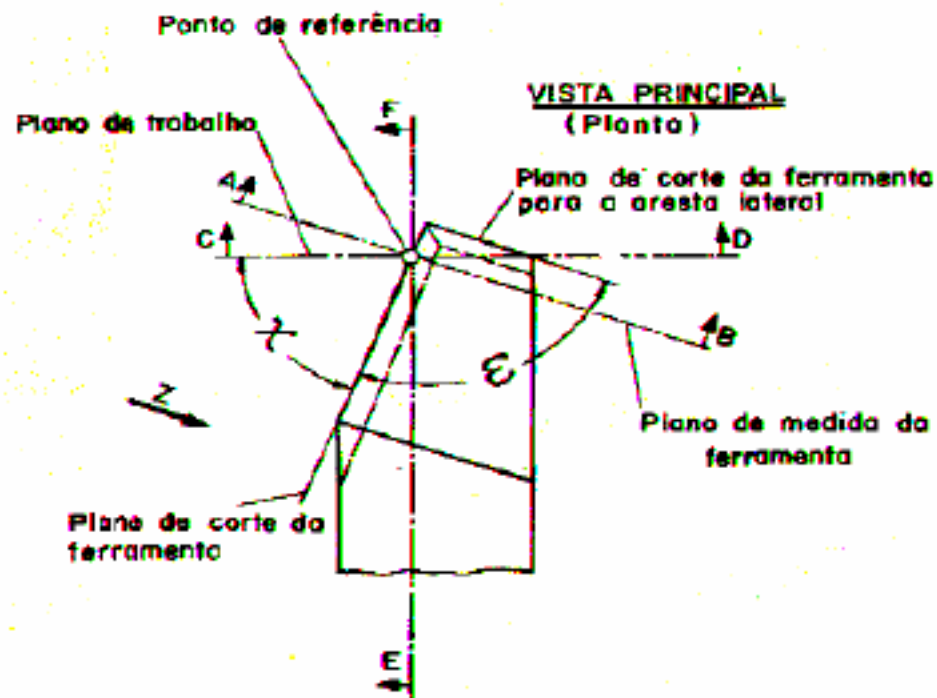
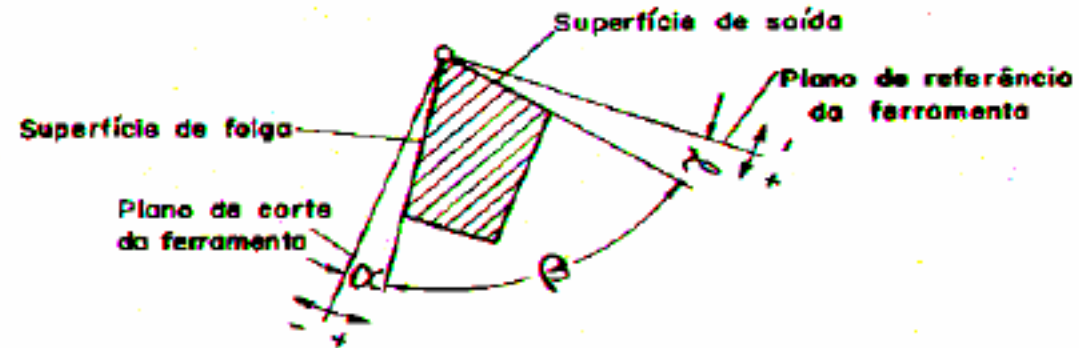


## *Arestas da Ferramenta*

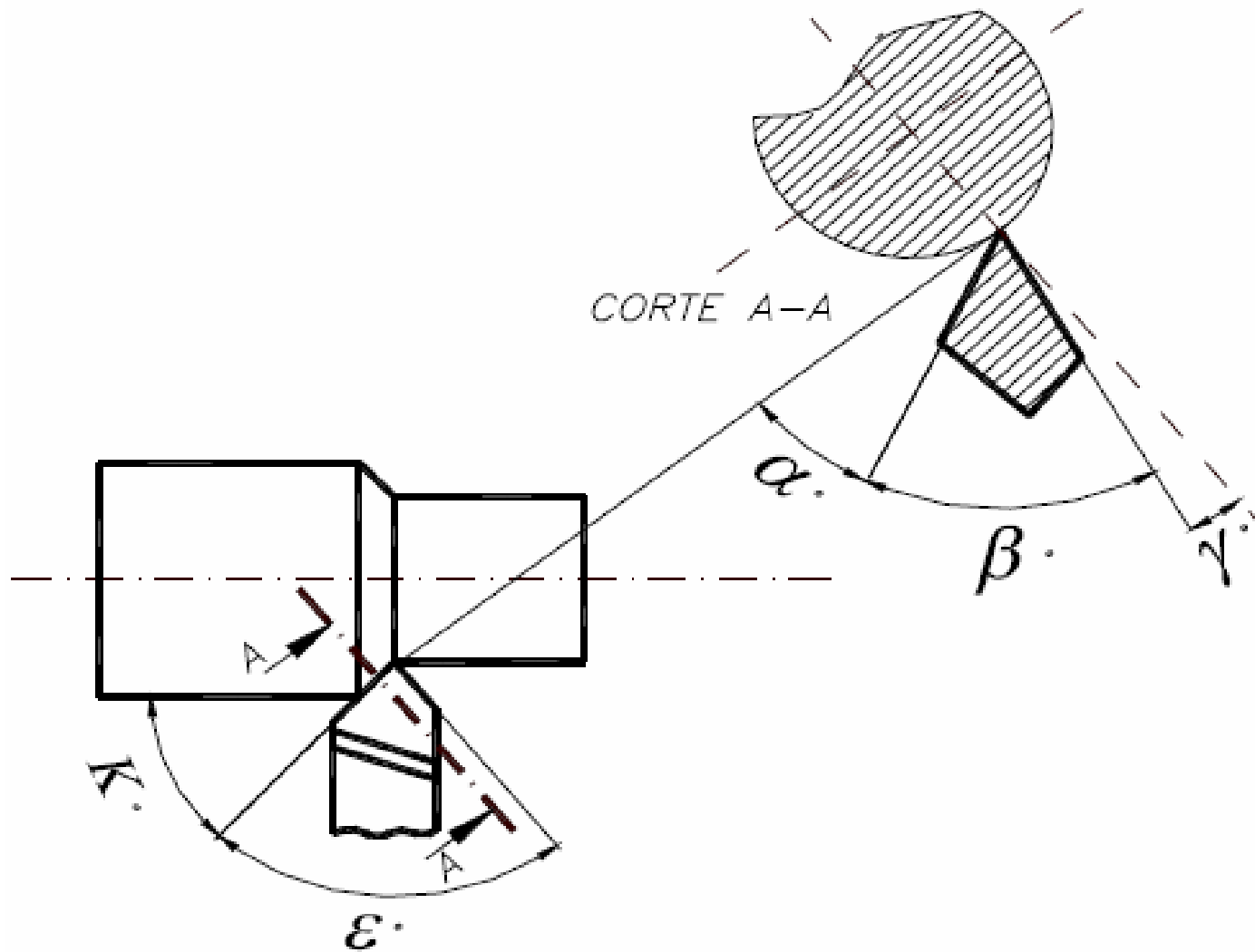


# Alguns Ângulos da Ferramenta

**CORTE A-B**  
(Plano de medida da ferramenta)



# Alguns Ângulos da Ferramenta



# Alguns Ângulos da Ferramenta

$\alpha$  = ângulo de incidência

$\beta$  = ângulo de cunha

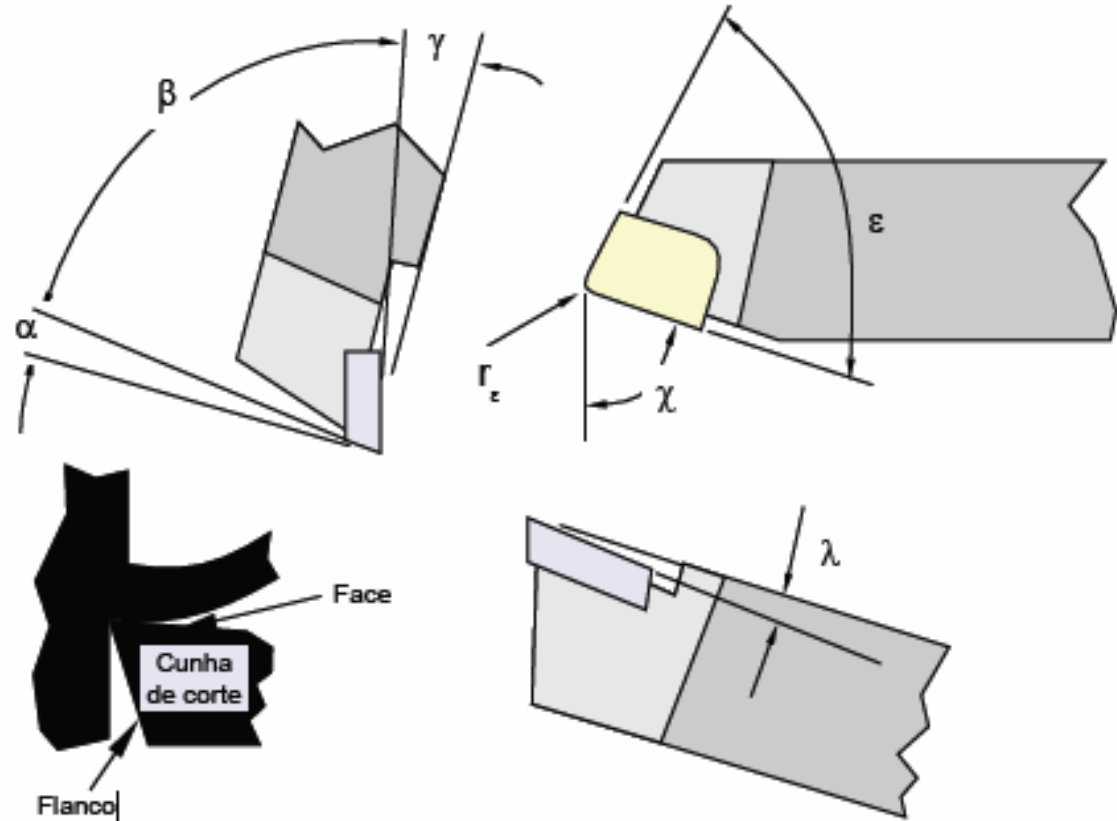
$\gamma$  = ângulo de saída

$\varepsilon$  = ângulo de quina

$\chi$  = ângulo de direção

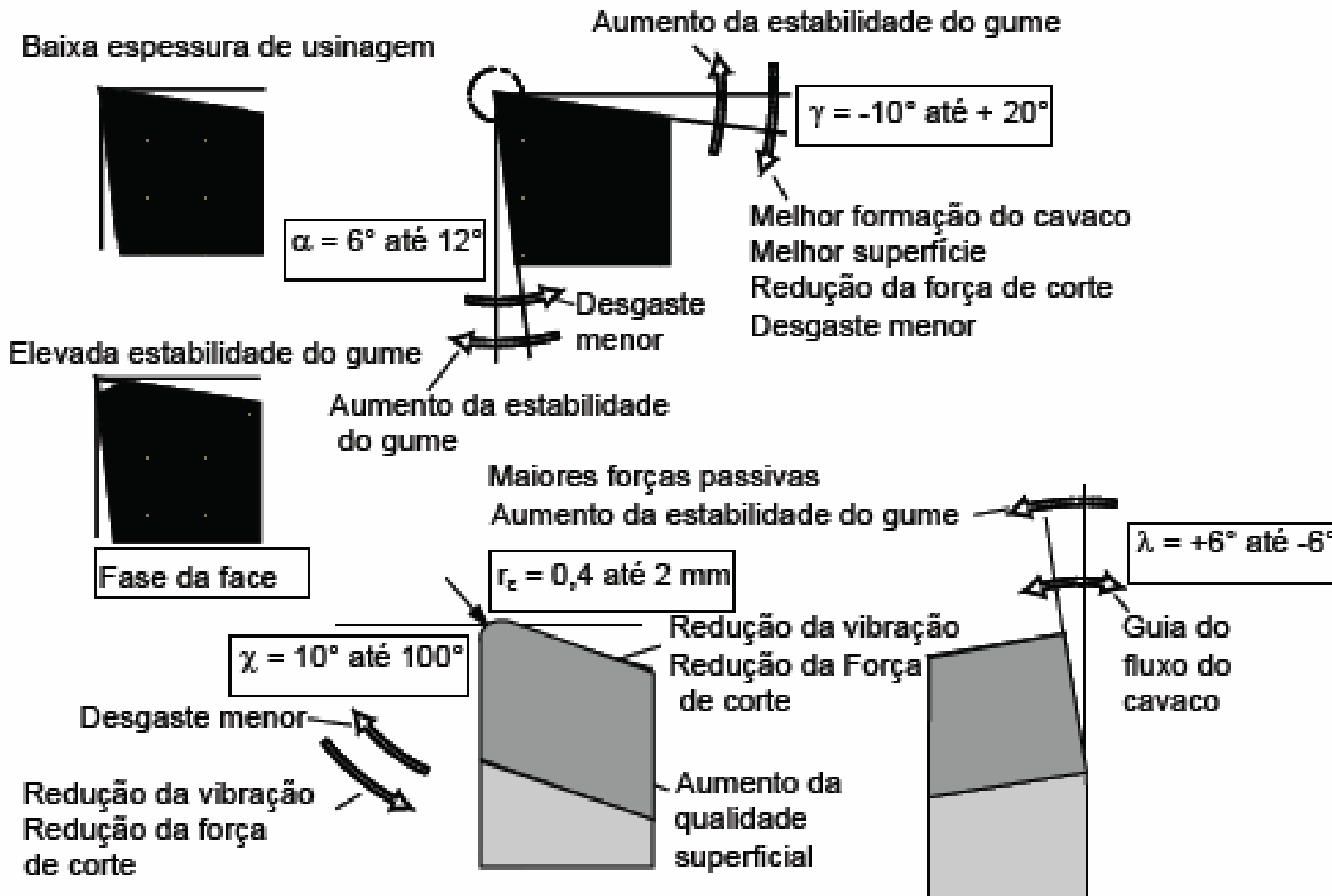
$\lambda$  = ângulo de inclinação

$r_\varepsilon$  = raio de quina





# Influência de Alguns Ângulos da Ferramenta

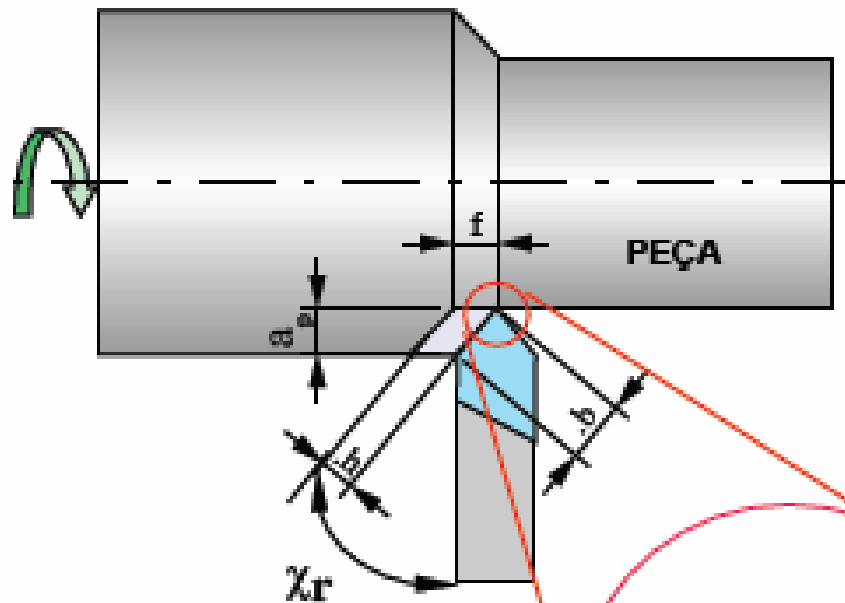


## Alguns Ângulos da Ferramenta

Ângulos recomendados para usinagem de diversos materiais:

MATERIAL	ÂNGULOS			
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\lambda$
AÇO 1020	8	55	27	0 a -4
AÇO1045 - 45 A 70 N/mm <sup>2</sup>	8	62	20	0 a -4
AÇO 1060 > 70 N/mm <sup>2</sup>	8	68	14	-4
AÇO FERRAMENTA 0,9%C	6 a 8	72 a 78	14 a 18	-4
AÇO INOX	8 a 10	62 a 68	14 a 18	-4
Ferro Fundido até 250 HB	8	76 a 82	0 a 6	0 a -4
Ferro Fundido até 150 HB	8	64 a 68	14 a 18	0 a -4
Cobre, Latão (macio)	8	55	27	4
Aluminio	10 a 12	30 a 35	45 a 48	4
PVC	10	75	5	4
Teflon	8	82	0	0

# Profundidade de Corte e Avanço no Torneamento



Onde:

$\chi_r$  - ângulo de direção do gume

$a_p$  - Profundidade de corte

$f$  - Avanço

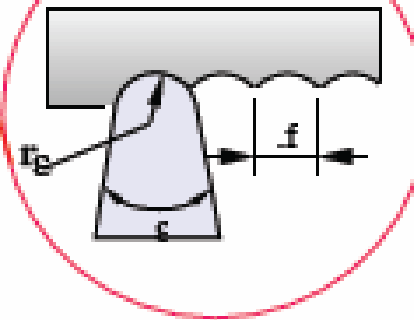
$b$  - largura de usinagem

$h$  - Espessura de usinagem

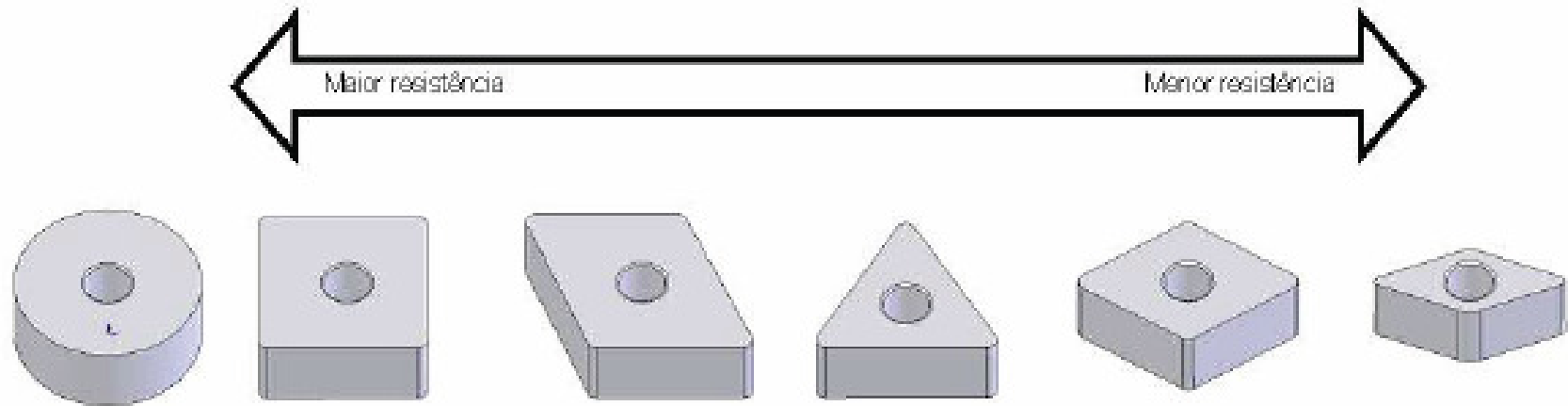
$a_p \cdot f$  = seção de usinagem

$b \cdot h$  = seção de usinagem

$$R_{tt} \approx f^2 / (8 \cdot r_E)$$

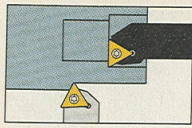


# *Influência da Geometria da Pastilha em Sua Resistência*



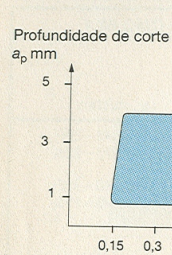


# Sandvik – Desbaste de Aços Pastilhas Positivas T-MAX U

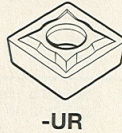


## DESBASTE DE AÇOS

ISO/ANSI  
**P**



### T-MAX U



### Geometria -UR

Aresta de corte robusta com fase de reforço, ideal para cortes interrompidos, casca de forjados, etc.

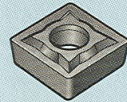
Área de aplicação: CCMT 09 T3 08-UR  
 $a_p = 1,0 - 4,0$  mm  
 $f_n = 0,15 - 0,50$  mm/r

**Para maior produtividade**  
Alta resistência ao desgaste  
Velocidades de corte mais altas



-UR / GC4015

### PRIMEIRA ESCOLHA



-UR / GC4025

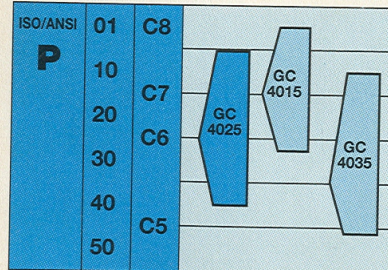
Excelente combinação de tenacidade e resistência ao desgaste

**Para maior segurança**  
Muito boa segurança da aresta de corte  
Para uso nas condições de trabalho mais difíceis



-UR / GC4035

### Classes de pastilhas



Resistência ao desgaste

Tenacidade

Aço de baixa liga, normalizado,  
HB 180

Dados de corte/classe CMC 02.1		Avanço $f_n$ mm/r		
		0,2	0,3	0,4
GC4015	$v_c$ m/min	355	295	240
GC4025	$v_c$ m/min	315	255	205
GC4035	$v_c$ m/min	255	200	160

## DESBASTE DE AÇOS

### Pastilhas positivas T-MAX U

ISO/ANSI  
**P**

### CÓDIGO PARA PEDIDO

Porta pastilhas,  
página 58 – 60.

Face única



Produtividade  
GC4015

Versatilidade  
GC4025

Segurança  
GC4035

### DADOS DE CORTE COROKEY, CMC 02.1

Valor inicial (faixa)

$a_p$  mm       $f_n$  mm/r       $v_c$  m/min

CCMT 09 T3 08-UR	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 4,0)	0,30 (0,15 - 0,50)	255 (315 - 205)
	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 4,0)	0,30 (0,15 - 0,50)	255 (315 - 205)
	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 4,0)	0,30 (0,20 - 0,50)	255 (295 - 205)
DCMT 11 T3 08-UR	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 4,0)	0,30 (0,15 - 0,50)	255 (315 - 205)
	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 4,0)	0,30 (0,20 - 0,50)	255 (295 - 205)
TCMT 11 02 08-UR	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 3,0)	0,30 (0,15 - 0,40)	255 (315 - 225)
	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 4,0)	0,30 (0,15 - 0,50)	255 (315 - 205)
	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 4,0)	0,30 (0,20 - 0,50)	255 (295 - 205)
VBMT 16 04 08-UR	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 4,0)	0,30 (0,15 - 0,50)	255 (315 - 205)
	☆	★	☆	2,0 (1,0 - 4,0)	0,30 (0,20 - 0,50)	255 (295 - 205)

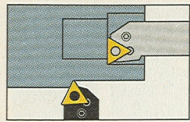


★ = Primeira escolha com dados de corte Corokey.  
☆ = Alternativa. Recomendações para velocidades de corte, consulte a tabela na página anterior.

Exemplo para pedido: 10 peças  
CCMT 09 T3 08-UR 4025



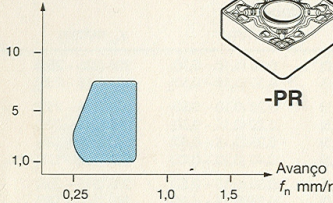
# Sandvik – Desbaste de Aços Pastilhas Negativas T-MAX P



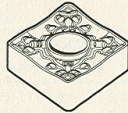
## DESBASTE DE AÇOS

ISO/ANSI  
**P**

Profundidade de corte  
 $a_p$  mm



**T-MAX P**



**-PR**

**Geometria -PR**

Especialmente desenvolvida para operações de desbaste em aços

Geometria de face única, para a melhor combinação de segurança com baixas forças de corte.

Quebra-cavacos para todos os usos, com excepcional controle dos cavacos.

Área de aplicação: CNMM 120412-PR  
 $a_p = 1,0 - 7,5$  mm  
 $f_n = 0,25 - 0,7$  mm/r

### Maior produtividade

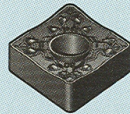
Extraordinária resistência ao desgaste

Altas taxas de remoção de metal



**-PR / GC4015**

### PRIMEIRA ESCOLHA



**-PR / GC4025**

Combinação muito boa de tenacidade e resistência ao desgaste

### Maior segurança

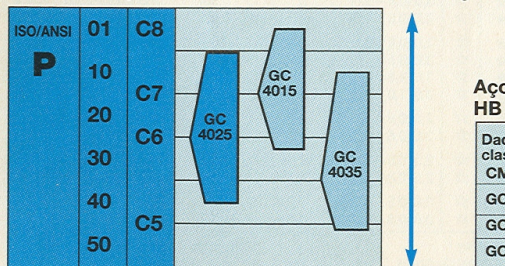
Exigências maiores de tenacidade

Muito boa segurança da aresta de corte



**-PR / GC4035**

### Classes de pastilhas



Aço de baixa liga, normalizado,  
HB 180

Dados de corte/ classe CMC 02.1	Avanço $f_n$ mm/r		
	0,25	0,4	0,7
GC4015 $v_c$ m/min	310	265	210
GC4025 $v_c$ m/min	275	230	170
GC4035 $v_c$ m/min	210	180	140

## DESBASTE DE AÇOS

Pastilhas negativas T-MAX P

ISO/ANSI  
**P**

### CÓDIGO PARA PEDIDO

Porta pastilhas,  
páginas 32 – 34.

Face única

Produtividade  
GC4015

Versatilidade  
GC4025

Segurança  
GC4035

### DADOS DE CORTE COROKEY, CMC 02.1

Valor inicial (faixa)

$a_p$  mm  $f_n$  mm/r  $v_c$  m/min

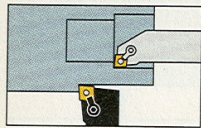
	CNMM 12 04 08-PR	☆	☆	☆	5,0 (0,7 – 7,5)	0,35 (0,20 – 0,55)	240 (295 – 195)
	12 04 12-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,0 – 7,5)	0,40 (0,25 – 0,70)	225 (275 – 170)
	12 04 16-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,5 – 7,5)	0,50 (0,32 – 0,90)	205 (250 – 145)
	16 06 08-PR	☆	☆	☆	5,0 (0,7 – 9,5)	0,35 (0,20 – 0,55)	240 (295 – 195)
	16 06 12-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,0 – 9,5)	0,40 (0,25 – 0,70)	225 (275 – 170)
	16 06 16-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,5 – 9,5)	0,50 (0,32 – 0,90)	205 (250 – 145)
	19 06 12-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,0 – 12,0)	0,40 (0,25 – 0,70)	225 (275 – 170)
	19 06 16-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,5 – 12,0)	0,50 (0,32 – 0,90)	205 (250 – 145)
	19 06 24-PR	☆	☆	☆	5,0 (2,0 – 12,0)	0,50 (0,35 – 1,20)	205 (240 – 120)
	DNMM 15 06 08-PR	☆	☆	☆	5,0 (0,7 – 6,0)	0,35 (0,20 – 0,55)	240 (295 – 195)
	15 06 12-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,0 – 6,0)	0,40 (0,25 – 0,70)	225 (275 – 170)
	15 06 16-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,5 – 6,0)	0,50 (0,32 – 0,90)	205 (250 – 145)
	SNMM 12 04 08-PR	☆	☆	☆	5,0 (0,7 – 7,5)	0,35 (0,20 – 0,55)	240 (295 – 195)
	12 04 12-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,0 – 7,5)	0,40 (0,25 – 0,70)	225 (275 – 170)
	15 06 12-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,0 – 9,0)	0,40 (0,25 – 0,70)	225 (275 – 170)
	15 06 16-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,5 – 9,0)	0,50 (0,32 – 0,90)	205 (250 – 145)
	19 06 12-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,0 – 12,0)	0,40 (0,25 – 0,70)	225 (275 – 170)
	19 06 16-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,5 – 12,0)	0,50 (0,32 – 0,90)	205 (250 – 145)
	19 06 24-PR	☆	☆	☆	5,0 (2,0 – 12,0)	0,50 (0,35 – 1,20)	205 (240 – 120)
	TNMM 16 04 08-PR	☆	☆	☆	4,0 (0,7 – 6,0)	0,35 (0,20 – 0,55)	240 (295 – 195)
	16 04 12-PR	☆	☆	☆	4,0 (1,0 – 6,0)	0,40 (0,25 – 0,70)	225 (275 – 170)
	22 04 08-PR	☆	☆	☆	5,0 (0,7 – 8,0)	0,35 (0,20 – 0,55)	240 (295 – 195)
	22 04 12-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,0 – 8,0)	0,40 (0,25 – 0,70)	225 (275 – 170)
	22 04 16-PR	☆	☆	☆	5,0 (1,5 – 8,0)	0,50 (0,32 – 0,90)	205 (250 – 145)

☆ = Primeira escolha com dados de corte CoroKey  
☆☆ = Alternativa. Recomendações para velocidades de corte, consulte a tabela na página anterior.

Exemplo para pedido: 10 peças  
CNMM 120412-PR 4025



# Sandvik – Códigos das Pastilhas



## GENERAL TURNING

Code key for inserts and toolholders

**INSERT**

Tolerances: C, N, M, G  
Insert thickness: 4, 3, 2

**1. Insert shape**

**5. Insert size**

**2. Insert clearance angle**

**TOOLHOLDERS**

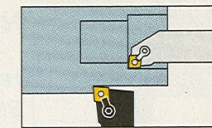
**External**

**Internal**

Type of bar: S = steel, C = carbide

Coromant Capto® Coupling size

Holder lead angle



## GENERAL TURNING

Code key for inserts and toolholders

**1. INSERT SHAPE**

80° C, 55° D, S, T, 35° V, 80° W

**2. INSERT CLEARANCE ANGLE**

0° N, 7° C, 5° B

**4. INSERT TYPE**

A, M, G, T

**5. INSERT SIZE**

Inscribed circle is indicated in 1/8"

S, T, W

**7. NOSE RADIUS**

0	$r_e = .008$
1	$r_e = 1/64$
2	$r_e = 1/32$
3	$r_e = 3/64$
4	$r_e = 1/16$

**8. GEOMETRY — MANUFACTURER'S OPTION**

The ISO code consists of nine symbols including 8 and 9 which are used only when required. In addition the manufacturer may add further two symbols e. g.

- PF = ISO P Steel finishing
- MR = ISO M Stainless steel roughing

**B. CLAMPING SYSTEM**

C, D, M,W, P, S

Top clamping, Rigid clamping (RC), Top and hole clamping, Hole clamping, Screw clamping

**C. LEAD ANGLE** lead = lead angle, ent = entering angle

D, G, J, L, V

lead 45°, ent 45°, lead -1°, ent 91°, lead -3°, ent 93°, lead -5°, ent .95°, lead 17 1/2°, ent 72 1/2°

**D. HAND OF TOOL**

R, L, N

Right hand style, Left hand style, Neutral

**E. SHANK OR BAR SIZE**

Shanks: height and width

Bars:  $dm$

**F. TOOL LENGTH**

External,  $l_1$  in inch

A = 4, B = 4.5, C = 5, D = 6, M = 4

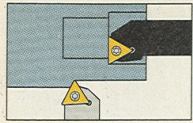
Internal (except T-MAX M),  $l_1$  in inch

M = 6, R = 8, S = 10, T = 12, U = 14

Coromant Capto  $f_1$  resp.  $l_1$  in mm



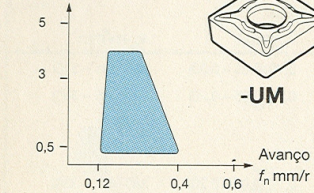
# Sandvik – Usinagem Média de Aços com Pastilhas Positivas T-MAX U



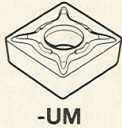
## USINAGEM MÉDIA DE AÇOS

ISO/ANSI  
**P**

Profundidade de corte  
 $a_p$ , mm



**T-MAX U**



**Geometria -UM**

Geometria muito positiva resulta em baixas forças de corte e ação de corte suave.

A aresta ondulada assegura fluxo suave dos cavacos.

Recomendação de primeira escolha para usinagem interna.

Área de aplicação: CCMT 09 T3 08-UM  
 $a_p = 0,5 - 4,0$  mm  
 $f_n = 0,12 - 0,40$  mm/r

### PRIMEIRA ESCOLHA



**-UM / GC4025**

Excelente combinação de alta resistência ao desgaste e boa segurança da aresta de corte

Para maior produtividade  
Alta resistência ao desgaste



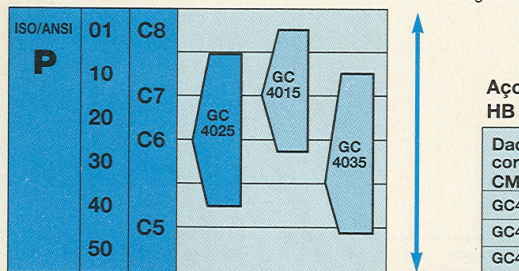
**-UM / GC4015**

Para maior segurança  
Maiores demandas de tenacidade  
Boa segurança da aresta de corte



**-UM / GC4035**

### Classes de pastilhas



Aço de baixa liga, normalizado,  
HB 180

Dados de corte/classe CMC 02.1		Avanço $f_n$ , mm/r		
		0,2	0,3	0,4
GC4015	$v_c$ m/min	370	310	265
GC4025	$v_c$ m/min	325	275	230
GC4035	$v_c$ m/min	270	210	175

## USINAGEM MÉDIA DE AÇOS

Pastilhas positivas T-MAX U

ISO/ANSI  
**P**

### CÓDIGO PARA PEDIDO

Porta pastilhas,  
página 58 – 60.

Face única



CCMT 09 T3 04-UM  
09 T3 08-UM  
12 04 04-UM  
12 04 08-UM

DCMT 11 T3 04-UM  
11 T3 08-UM

TCMT 11 02 04-UM  
11 02 08-UM  
16 T3 04-UM  
16 T3 08-UM

VBMT 16 04 04-UM  
16 04 08-UM

RCMT 08 03 M0  
10 T3 M0  
12 04 M0

Produtividade GC4015

Versatilidade GC4025

Segurança GC4035

DADOS DE CORTE COROKEY, CMC 02.1

Valor inicial (faixa)

$a_p$  mm  $f_n$  mm/r  $v_c$  m/min

1,3 (0,5 – 4,0) 0,20 (0,08 – 0,30) 295 (340 – 255)

1,3 (0,5 – 4,0) 0,25 (0,12 – 0,40) 275 (325 – 225)

1,3 (0,5 – 4,0) 0,20 (0,08 – 0,30) 295 (340 – 255)

1,3 (0,5 – 4,0) 0,25 (0,12 – 0,40) 275 (325 – 225)

1,3 (0,5 – 4,0) 0,20 (0,08 – 0,30) 295 (340 – 255)

1,3 (0,5 – 4,0) 0,25 (0,12 – 0,40) 275 (325 – 225)

0,5 (0,2 – 2,0) 0,10 (0,05 – 0,20) 335 (340 – 295)

1,3 (0,5 – 3,0) 0,25 (0,12 – 0,40) 275 (325 – 225)

1,3 (0,5 – 4,0) 0,20 (0,08 – 0,30) 295 (340 – 255)

1,3 (0,5 – 4,0) 0,25 (0,12 – 0,40) 275 (325 – 225)

1,3 (0,5 – 4,0) 0,20 (0,08 – 0,30) 295 (340 – 255)

1,3 (0,5 – 4,0) 0,25 (0,12 – 0,40) 275 (325 – 225)

2,0 (0,8 – 3,2) 0,40 (0,08 – 0,80) 225 (340 – 155)

2,5 (1,0 – 4,0) 0,50 (0,10 – 1,00) 205 (335 – 135)

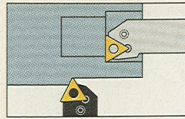
3,0 (1,2 – 4,8) 0,60 (0,12 – 1,20) 185 (325 – 120)

★ = Primeira escolha com dados de corte Corokey.  
☆ = Alternativa. Recomendações para velocidades de corte, consulte a tabela na página anterior.

Exemplo para pedido: 10 peças  
CCMT 09 T3 04-UM 4025

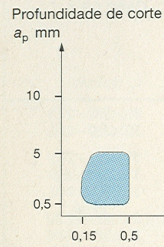


# Sandvik – Usinagem Média de Aços com Pastilhas Negativas T-MAX P

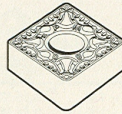


## USINAGEM MÉDIA DE AÇOS

ISO/ANSI  
**P**



### T-MAX P



-PM

### Geometria -PM

Especialmente desenvolvida para usinagem média de aços

Quebra-cavacos versátil, para todos os usos.

Excelente desempenho desde semi-acabamento até desbaste leve.

Garante alta produtividade e usinagem sem problemas.

Área de aplicação: CNMG 120408-PM  
 $a_p = 0,5 - 5,5$  mm  
 $f_n = 0,15 - 0,5$  mm/r

### PRIMEIRA ESCOLHA



-PM / GC4025

Alta resistência ao desgaste  
Boa segurança da aresta de corte

### Maior produtividade

Extraordinária resistência ao desgaste

Altas taxas de remoção de metal



-PM / GC4015

### Maior segurança

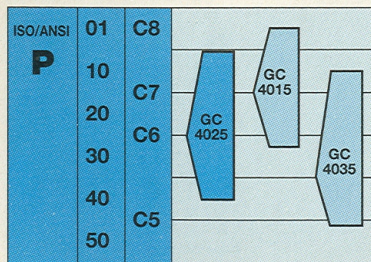
Maiores exigências de tenacidade

Muito boa segurança da aresta de corte



-PM / GC4035

### Classes de pastilhas



Aço baixa liga, normalizado, HB 180

Dados de corte/ classe CMC 02.1	Avanço $f_n$ mm/r		
	0,15	0,3	0,5
GC4015 $v_c$ m/min	355	295	240
GC4025 $v_c$ m/min	315	260	205
GC4035 $v_c$ m/min	255	200	160

## USINAGEM MÉDIA DE AÇOS

Pastilhas negativas T-MAX P

ISO/ANSI  
**P**

### CÓDIGO PARA PEDIDO

Porta pastilhas,  
páginas 32 – 34.

Face dupla



Produtividade  
GC4015

Versatilidade  
GC4025

Segurança  
GC4035

### DADOS DE CORTE COROKEY, CMC 02.1

Valor inicial (faixa)

$a_p$  mm

$f_n$  mm/r

$v_c$  m/min

CNMG	09 03 04-PM	☆	★	☆	3,0 (0,4 – 4,0)	0,20 (0,10 – 0,30)	295 (335 – 255)	
	09 03 08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 4,0)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	12 04 04-PM	☆	★	☆	3,0 (0,4 – 5,5)	0,20 (0,10 – 0,30)	295 (335 – 255)	
	12 04 08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 5,5)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	12 04 12-PM	☆	★	☆	3,0 (0,8 – 5,5)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)	
	12 04 16-PM	☆	★	☆	3,0 (1,0 – 5,5)	0,40 (0,23 – 0,65)	225 (280 – 175)	
16 06	06 08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 7,0)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	06 12-PM	☆	★	☆	3,0 (0,8 – 7,0)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)	
	06 16-PM	☆	★	☆	3,0 (1,0 – 7,0)	0,40 (0,23 – 0,65)	225 (280 – 175)	
	19 06 08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 8,5)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	19 06 12-PM	☆	★	☆	3,0 (0,8 – 8,5)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)	
	19 06 16-PM	☆	★	☆	3,0 (1,0 – 8,5)	0,40 (0,23 – 0,65)	225 (280 – 175)	
DNMG	11 04 04-PM	☆	★	☆	3,0 (0,4 – 5,0)	0,20 (0,10 – 0,30)	295 (335 – 255)	
	11 04 08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 5,0)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	15 04 04-PM	☆	★	☆	3,0 (0,4 – 6,0)	0,20 (0,10 – 0,30)	295 (335 – 255)	
	15 04 08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 6,0)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	15 04 12-PM	☆	★	☆	3,0 (0,8 – 6,0)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)	
	15 04 16-PM	☆	★	☆	3,0 (1,0 – 6,0)	0,40 (0,23 – 0,65)	225 (280 – 175)	
SNMG	09 03 04-PM	☆	★	☆	3,0 (0,4 – 4,5)	0,20 (0,10 – 0,30)	295 (335 – 255)	
	09 03 08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 4,5)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	12 04 04-PM	☆	★	☆	3,0 (0,4 – 6,0)	0,20 (0,10 – 0,30)	295 (335 – 255)	
	12 04 08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 6,0)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	12 04 12-PM	☆	★	☆	3,0 (0,8 – 6,0)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)	
	12 04 16-PM	☆	★	☆	3,0 (1,0 – 6,0)	0,40 (0,23 – 0,65)	225 (280 – 175)	
15 06	06 12-PM	☆	★	☆	3,0 (0,8 – 7,5)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)	
	06 16-PM	☆	★	☆	3,0 (1,0 – 7,5)	0,40 (0,23 – 0,65)	225 (280 – 175)	
	TNMG	16 04 04-PM	☆	★	☆	3,0 (0,4 – 5,0)	0,20 (0,10 – 0,30)	295 (335 – 255)
		16 04 08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 5,0)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)
		16 04 12-PM	☆	★	☆	3,0 (0,8 – 5,0)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)
	22 04	04-PM	☆	★	☆	3,0 (0,4 – 6,5)	0,20 (0,10 – 0,30)	295 (335 – 255)
08-PM		☆	★	☆	3,0 (0,5 – 6,5)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
12-PM		☆	★	☆	3,0 (0,8 – 6,5)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)	
22 04	16-PM	☆	★	☆	3,0 (1,0 – 6,5)	0,40 (0,23 – 0,65)	225 (280 – 175)	
	VNMG	16 04 08-PM	☆	★	☆	2,5 (0,5 – 4,0)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)
		16 04 12-PM	☆	★	☆	2,5 (0,8 – 4,0)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)
WNMG	06 04 08-PM	☆	★	☆	2,5 (0,5 – 3,0)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	06 04 12-PM	☆	★	☆	2,5 (0,8 – 3,0)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)	
08 04	08-PM	☆	★	☆	3,0 (0,5 – 4,0)	0,30 (0,15 – 0,50)	255 (315 – 205)	
	08 12-PM	☆	★	☆	3,0 (0,8 – 4,0)	0,35 (0,18 – 0,60)	240 (300 – 185)	

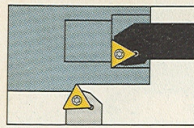
★ = Primeira escolha com dados de corte CoroKey

☆ = Alternativa. Recomendações para velocidades de corte, consulte a tabela na página anterior.

Exemplo para pedido: 10 peças  
CNMG 120408-PM 4025



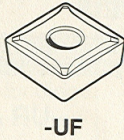
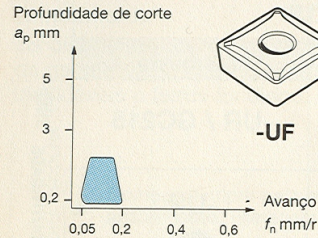
# Sandvik – Acabamento de Aços Pastilhas Positivas T-MAX U



## ACABAMENTO DE AÇOS

ISO/ANSI  
**P**

### T-MAX U



**-UF**

### Geometria -UF

Aresta de corte aguda e positiva possibilita ação de corte suave e baixas forças de corte.

Primeira escolha para acabamento com baixos avanços.

Para tolerâncias estreitas e bom acabamento superficial.

Área de aplicação: CCMT 09 T3 04-UF

$a_p = 0,2 - 2,0$  mm

$f_n = 0,05 - 0,2$  mm/r

### PRIMEIRA ESCOLHA



**-UF / GC4015**

Alta resistência ao desgaste  
Boa segurança da aresta de corte

**Para maior produtividade**  
Extraordinário acabamento superficial

Excelente estabilidade dimensional



**-UF / CT525**

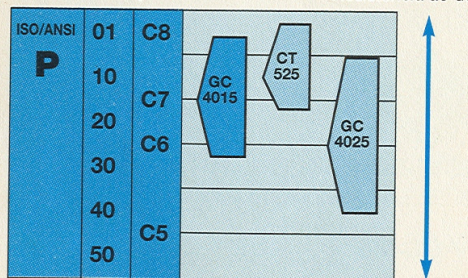
**Para maior segurança**  
Maiores exigências de tenacidade

Boa segurança da aresta de corte



**-UF / GC4025**

### Classes de pastilhas



Aço de baixa liga, normalizado,  
HB 180

Dados de corte/classe CMC 02.1	Avanço $f_n$ mm/r		
	0,05	0,1	0,2
CT525 $v_c$ m/min	420	355	280
GC4015 $v_c$ m/min	405	380	330
GC4025 $v_c$ m/min	340	335	295

## ACABAMENTO DE AÇOS

### Pastilhas positivas T-MAX U

ISO/ANSI  
**P**

### CÓDIGO PARA PEDIDO

Porta pastilhas,  
página 58 – 60.

Face única



CCMT 09 T3 04-UF  
12 04 04-UF



DCMT 11 T3 04-UF



TCMT 11 02 04-UF  
16 T3 04-UF

Produtividade  
CT525

☆

Versatilidade  
GC4015

★

Segurança  
GC4025

☆

### DADOS DE CORTE COROKEY, CMC 02.1

Valor inicial (faixa)

$a_p$  mm     $f_n$  mm/r     $v_c$  m/min

0,5 (0,2 – 2,0)    0,10 (0,05 – 0,20)    380 (405 – 330)

0,5 (0,2 – 2,0)    0,10 (0,05 – 0,20)    380 (405 – 330)

0,5 (0,2 – 2,0)    0,10 (0,05 – 0,20)    380 (405 – 330)

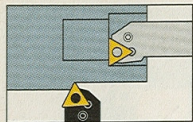
0,5 (0,2 – 2,0)    0,10 (0,05 – 0,20)    380 (405 – 330)

★ = Primeira escolha com dados de corte Corokey.  
☆ = Alternativa. Recomendações para velocidades de corte,  
consulte a tabela na página anterior.

Exemplo para pedido: 10 peças  
CCMT 09 T3 04-UF 4015



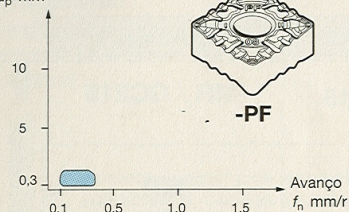
# Sandvik – Acabamento de Aços Pastilhas Negativas T-MAX P



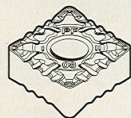
## ACABAMENTO DE AÇOS

ISO/ANSI  
**P**

Profundidade de corte  
 $a_p$  mm



### T-MAX P



-PF

### Geometria -PF

Especialmente desenvolvida para acabamento de aços

Fluxo de cavacos suave e preciso em torneamento axial e radial, copiagem, chanframento e faceamento por trás. Baixas forças de corte.

Acabamento superficial extraordinário e tolerâncias estreitas.

Área de aplicação: CNMG 120408-PF  
 $a_p = 0,3 - 1,5$  mm  
 $f_n = 0,1 - 0,4$  mm/r

### Maior produtividade

Classe de metal duro revestida com PVD

Tolerâncias estreitas por toda a vida útil

Acabamento superficial extraordinário



-PF / GC1525

### PRIMEIRA ESCOLHA



-PF / GC4015

Alta resistência ao desgaste  
Boa segurança da aresta de corte

### Maior segurança

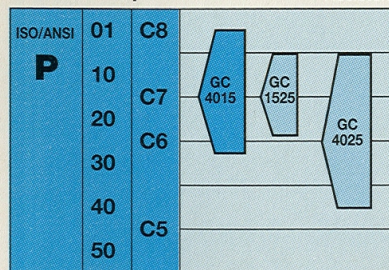
Maiores exigências de tenacidade

Muito boa segurança da aresta de corte



-PF / GC4025

### Classes de pastilhas



Resistência ao desgaste

Tenacidade

Aço de baixa liga, normalizado, HB 180

Dados de corte/ classe		Avanço $f_n$ mm/r		
CMC 02.1		0,1	0,2	0,4
GC1525	$v_c$ m/min	320	255	—
GC4015	$v_c$ m/min	380	330	265
GC4025	$v_c$ m/min	335	295	230

## ACABAMENTO DE AÇOS

Pastilhas negativas T-MAX P

ISO/ANSI  
**P**

### CÓDIGO PARA PEDIDO

Porta pastilhas,  
páginas 32 – 34.

Face dupla



CÓDIGO PARA PEDIDO	Produtividade GC1525	Versatilidade GC4015	Segurança GC4025	DADOS DE CORTE COROKEY, CMC 02.1		
				Valor inicial (faixa) $a_p$ mm	$f_n$ mm/r	$v_c$ m/min
CNMG 09 03 04-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,07 – 0,30)	355 (395 – 295)
09 03 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,10 – 0,30)	355 (380 – 295)
12 04 04-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,07 – 0,30)	355 (395 – 295)
12 04 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 365)
12 04 12-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,4 – 1,5)	0,25 (0,15 – 0,50)	310 (355 – 240)
DNMG 11 04 04-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,07 – 0,30)	355 (395 – 295)
11 04 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 265)
11 04 12-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,4 – 1,5)	0,25 (0,15 – 0,50)	310 (355 – 240)
15 04 04-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,07 – 0,30)	355 (395 – 295)
15 04 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 265)
15 04 12-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,4 – 1,5)	0,25 (0,15 – 0,50)	310 (355 – 240)
15 06 04-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,07 – 0,30)	355 (395 – 295)
15 06 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 265)
15 06 12-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,4 – 1,5)	0,25 (0,15 – 0,50)	310 (355 – 240)
SNMG 12 04 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 265)
12 04 12-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,4 – 1,5)	0,25 (0,15 – 0,50)	310 (355 – 240)
TNMG 16 04 04-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,07 – 0,30)	355 (395 – 295)
16 04 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 265)
16 04 12-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,4 – 1,5)	0,25 (0,15 – 0,50)	310 (355 – 240)
22 04 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 265)
22 04 12-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,4 – 1,5)	0,25 (0,15 – 0,50)	310 (355 – 240)
VNMG 16 04 04-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,07 – 0,30)	355 (395 – 295)
16 04 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 265)
WNMG 06 04 04-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,07 – 0,30)	355 (395 – 295)
06 04 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 265)
08 04 04-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,15 (0,07 – 0,30)	355 (395 – 295)
08 04 08-PF	☆	☆	☆	0,5 (0,3 – 1,5)	0,20 (0,10 – 0,40)	330 (380 – 265)

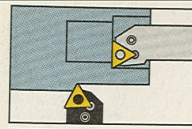
☆ = Primeira escolha com dados de corte CoroKey  
☆ = Alternativa. Recomendações de velocidades de corte, consulte a tabela na página anterior.

Exemplo para pedido: 10 peças  
CNMG 120408-PF 4015





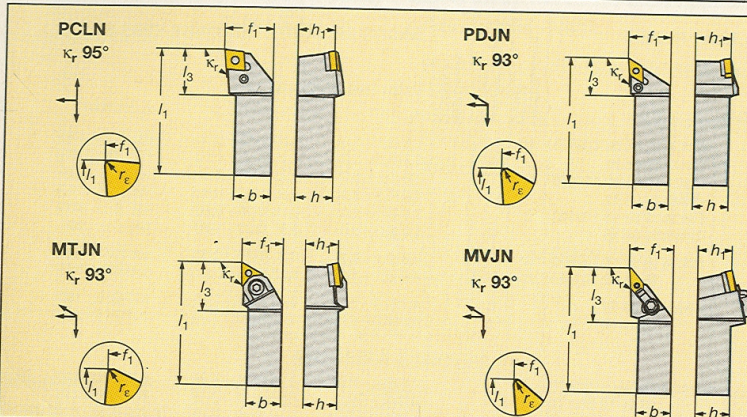
# Sandvik – Torneamento externo com Pastilhas Negativas T-MAX P







## TORNEAMENTO

Usinagem externa com T-MAX P

Tamanho da haste 2020 – 3232 mm



CÓDIGO PARA PEDIDO	h	h <sub>1</sub>	b	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	f <sub>1</sub>	r <sub>e</sub> <sup>1)</sup>	PASTILHA	h		
										PASTILHA	
 95°	PCLNR/L 2020K09	20	20	20	125	27	25	0,8	C	09	2,5
	2525M09	25	25	25	150	27	32		C	12	3
	2020K12	20	20	20	125	29,4	25	0,8			
	2525M12	25	25	25	150	30	32				
	3225P12	32	32	25	170	30	32				
	3225P16	32	32	25	170	32,6	32	1,2			
3232P16	32	32	32	170	32,6	40					
3232P19	32	32	32	170	38	40	1,2	19	4		
 93°	PDJNR/L 2020K11	20	20	20	125	30	25	0,8	D	11	2,5
	2525M11	25	25	25	150	30	32				
	3225P11	32	32	25	170	30	32				
	2020K15	20	20	20	125	34,7	25	0,8			
2525M15	25	25	25	150	34,7	32		15	3		
3225P15	32	32	25	170	34,7	32					
 93°	MTJNR/L 2020K16M1	20	20	20	125	30,8	25	0,8	T	16	2,5
	2525M16M1	25	25	25	150	30,8	32				
	3225P16M1	32	32	25	170	30,8	32				
	3225P22M1	32	32	25	170	34,8	32	0,8			
 93°	MVJNR/L 2020K16	20	20	20	125	41	25	0,8	V	16	4
	2525M16	25	25	25	150	42	32				
	3225P16	32	32	25	170	42	32				

Peças de reposição, consulte a página 35.

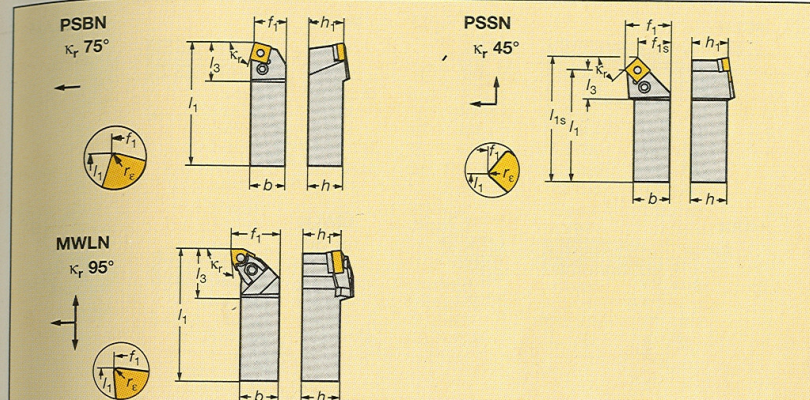
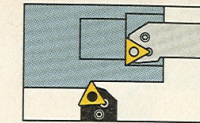
Exemplo para pedido: 2 peças PCLNR 2020K09 (R = Direita)




<sup>1)</sup> r<sub>e</sub> = raio de ponta na pastilha master

## TORNEAMENTO

Usinagem externa com T-MAX P

Tamanho da haste 2020 – 3232 mm



CÓDIGO PARA PEDIDO	h	h <sub>1</sub>	b	l <sub>1</sub>	l <sub>1s</sub>	l <sub>3</sub>	f <sub>1</sub>	f <sub>1s</sub>	r <sub>e</sub> <sup>1)</sup>	PASTILHA	h		
												PASTILHA	
 75°	PSBNR/L 2020K09	20	20	20	125	-	23	17	-	0,8	S	09	2,5
	2525M09	25	25	25	150	-	24	22	-				
	2020K12	20	20	20	125	-	27,5	17	-	0,8			
	2525M12	25	25	25	150	-	27,5	22	-				
	3225P12	32	32	25	170	-	27,5	22	-				
	3225P15	32	32	25	170	-	32	22	-	1,2			
3232P15	32	32	32	170	-	32	27	-		15	3		
3232P19	32	32	32	170	-	39,2	27	-	1,2	19	4		
 45°	PSSNR/L 2020K09	20	20	20	125	131,1	15,8	25	18,9	0,8	S	09	2,5
	2525M09	25	25	25	150	156,1	16,9	32	25,9				
	2020K12	20	20	20	125	133,3	21	25	16,7	0,8			
	2525M12	25	25	25	150	158,3	21	32	23,7				
	3225P12	32	32	25	170	178,3	21	32	23,7				
	3225P15	32	32	25	170	180,2	23,8	32	21,8	1,2			
3232P15	32	32	32	170	180,2	23,8	40	29,8		15	3		
3232P19	32	32	32	170	182,5	28,8	40	27,5	1,2	19	4		
 95°	MWLN/L 2020K06	20	20	20	125	-	26	25	-	0,8	W	06	2
	2525M06	25	25	25	150	-	26	32	-				
	2020K08	20	20	20	125	-	30	27	-	0,8			
	2525M08	25	25	25	150	-	35	32	-				
3225P08	32	32	25	170	-	35	32	-		08	3		

Peças de reposição, consulte a página 35.

Exemplo para pedido: 2 peças PSBNR 2020K09 (R = Direita)

<sup>1)</sup> r<sub>e</sub> = raio de ponta na pastilha master



# Mitsubishi – Dados de Corte para Diferentes Materiais I

## INFORMAÇÕES TÉCNICAS

### CONDIÇÕES DE CORTE RECOMENDADAS PARA TORNEAMENTO

Material	Condições de Corte e Classes Recomendadas							Quebra-cavacos	Quando as Condições Recomendadas são Insuficientes		
	Prof. de Corte (mm)	Avanço (mm/rot)	Refrigeração	Velocidade de Corte e Classes Recomendadas					Problemas/Condições	Sugestão de Solução	
				100	200	300	400				
<b>Aço Médio</b> <b>Aço Carbono</b> <b>Aço Liga</b> SS400, S45C, SCM440 etc.	Usinagem Leve Usinagem Média Usinagem Semi-Pesada	≤ 1.0	≤ 0.3	A seco	NX2525 				SH	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cavacos longos em acabamento.</li> <li>● Desgaste rápido em altas velocidades de corte.</li> <li>● Quebra com facilidade em corte interrompido.</li> <li>● Corte contínuo.</li> </ul>	Quebra-cavacos FS AP25N Quebra-cavacos MV UE6010 Usinagem com refrigeração é possível.
		1 - 6	0.4 (0.2 - 0.6)	A seco	UE6010 				MV	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desgaste rápido em altas velocidades de corte.</li> <li>● Quebra com facilidade em corte interrompido.</li> <li>● Acabamento da superfície ruim.</li> <li>● Corte contínuo.</li> </ul>	UE6005 Quebra-cavacos MH ou UE6020 NX2525 Usinagem com refrigeração é possível.
		4 - 9	0.6 (0.5 - 0.8)	A seco	UE6020 				MH	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quebra com facilidade.</li> <li>● Corte contínuo.</li> </ul>	Quebra-cavacos GH ou UE6035 Usinagem com refrigeração é possível.
	Usinagem Leve Usinagem Média Usinagem Semi-Pesada	≤ 1.0	≤ 0.3	A seco	NX2525 				SH	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cavacos longos em acabamento.</li> <li>● Desgaste rápido em altas velocidades de corte.</li> <li>● Quebra com facilidade em corte interrompido.</li> <li>● Corte contínuo.</li> <li>● Usinagem com altos avanços (f ≥ 0.3)</li> </ul>	Quebra-cavacos FH AP25N UE6010 Quebra-cavacos MV Usinagem com refrigeração é possível. Quebra-cavacos SW
		1 - 6	0.4 (0.2 - 0.6)	A seco	UE6010 				MV	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desgaste rápido em altas velocidades de corte.</li> <li>● Quebra com facilidade em corte interrompido.</li> <li>● Cavacos longos.</li> <li>● Usinagem com altos avanços (f ≥ 0.4)</li> <li>● Corte contínuo.</li> </ul>	UE6020 ou Quebra-cavacos MH Quebra-cavacos UE6005 Usinagem com refrigeração é possível. Quebra-cavacos GH ou Quebra-cavacos MV
		4 - 9	0.6 (0.5 - 0.8)	A seco	UE6020 				GH	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desgaste rápido em altas velocidades de corte.</li> <li>● Quebra com facilidade.</li> </ul>	UE6010 UE6035
	Usinagem Leve Usinagem Média	≤ 1.0	≤ 0.3	Óleo Solúvel	UE6010 				SH	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desgaste rápido em altas velocidades de corte.</li> <li>● Quebra com facilidade.</li> <li>● Cavacos longos.</li> <li>● Corte interrompido.</li> </ul>	UE6005 UE6020 Quebra-cavacos FH Usinagem a Seco
		1 - 4	0.3 (0.2 - 0.4)	Óleo Solúvel	UE6010 				MH	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quebra com facilidade.</li> <li>● Corte interrompido.</li> </ul>	UE6020 ou Quebra-cavacos GH Usinagem a Seco

RECOMENDADAS PARA TORNEAMENTO

# Mitsubishi – Dados de Corte para Diferentes Materiais II

Materiais		Usinagem Leve		Usinagem Média	Usinagem Pesada	Lubrificação	Velocidade de Corte (m/min)	Código	Observações	Recomendações
		1.0 ≤	0.2 ≤							
Aço Inoxidável Austenítico (SUS304, SUS316 etc.)	≤ 200 HB	1.0 ≤	0.2 ≤	1 - 4	0.3 (0.2 - 0.4)	Óleo Solúvel	170 (120 - 220)	SH	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cavacos longos.</li> <li>● Quebra com facilidade.</li> <li>● Acabamento da superfície ruim.</li> </ul>	Quebra-cavacos FS US735 NX2525(ap≤0.5)
	≤ 200 HB	1 - 4	0.3 (0.2 - 0.4)							
Aço com Alto Manganês	≤ 200HB	1 - 4	0.2 (0.1 - 0.4)	1 - 4	0.2 (0.1 - 0.4)	A seco	80 (60 - 100)	MS	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desgaste rápido em altas velocidades de corte.</li> <li>● Quebra com facilidade.</li> <li>● Corte interrompido.</li> </ul>	UE6010 UTi20T UTi20T
Titânio Puro	≤ 200HB	1 - 5	0.2 (0.1 - 0.3)	1 - 5	0.2 (0.1 - 0.3)	Óleo Solúvel	100 (80 - 120)	MS	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desgaste rápido em altas velocidades de corte.</li> <li>● Quebra com facilidade.</li> <li>● Corte interrompido.</li> </ul>	RT9005 TF15 ou Quebra-cavacos GJ Utilize óleo de refrigerante
Ligas de Titânio (Ti6Al4V)	≤ 350HB	1 - 5	0.2 (0.1 - 0.3)	1 - 5	0.2 (0.1 - 0.3)	Óleo Solúvel	40 (20 - 60)	MS	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desgaste rápido em altas velocidades de corte.</li> <li>● Quebra com facilidade.</li> <li>● Corte interrompido.</li> </ul>	RT9005 TF15 ou Quebra-cavacos GJ Utilize óleo de refrigerante



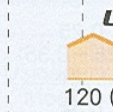
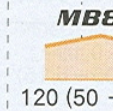
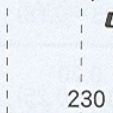
INFORMAÇÕES TÉCNICAS

CONDIÇÕES DE CORTE REC



# Mitsubishi – Dados de Corte para Diferentes Materiais III








MITSUBISHI

Material		Condições de Corte e Classes Recomendadas				Quebra-cavacos	Quando as Condições Recomendadas são Insuficientes	
		Prof. de Corte (mm)	Avanço (mm/rot)	Refrigeração	Velocidade de Corte e Classes Recomendadas		Problemas/Condições	Sugestão de Solução
					100 200 300 400			
Ligas Base Níquel (Inconel, Waspalloy)		1 – 3	0.2 (0.1 – 0.3)	Óleo Solúvel	 <p><b>VP10RT</b> 40 (20 – 50)</p>	MS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desgaste rápido e vida curta da ferramenta.</li> <li>Ângulo de posição <math>\leq 15^\circ</math></li> <li>Corte interrompido.</li> </ul>	MB730 (Velocidade de corte $vc=100-250$ ) VP05RT Aumente o ângulo de posição para $30^\circ-60^\circ$ Utilize óleo refrigerante.VP15TF
Stellite ( $\leq 35\text{HRC}$ )		1 – 2	0.15 (0.1 – 0.2)	A Seco	 <p><b>VP10RT</b> 30 (20 – 40)</p>	MS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desgaste rápido e vida curta da ferramenta.</li> <li>Dureza <math>\geq 35\text{HRC}</math>.</li> <li>Ângulo de posição <math>\leq 15^\circ</math></li> </ul>	VP05RT HT105T Aumente o ângulo de posição para $30^\circ-60^\circ$ .
Aço Para Matrizes	200 – 280HB	1 – 4	0.3 (0.2 – 0.4)	Óleo Solúvel	 <p><b>UE6010</b> 120 (80 – 150)</p>	MH	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desgaste rápido e vida curta da ferramenta.</li> <li>Corte interrompido.</li> </ul>	UE6005 UE6020, Usinagem a seco.
Aço Rápido	50 – 60 HRC	-0.5	0.2 (0.1 – 0.3)	Óleo Solúvel	 <p><b>MB8025</b> 120 (50 – 200)</p>	Face Plana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desgaste rápido e vida curta da ferramenta.</li> <li>Ângulo de posição <math>\leq 15^\circ</math></li> </ul>	MB810 (Velocidade de corte $vc=90-320$ ) Aumente o ângulo de posição para $30^\circ-60^\circ$ .
Ferro Fundido Cinzento	$\leq 350$ MPa	1 – 6	0.4 (0.2 – 0.6)	Óleo Solúvel	 <p><b>UC5115</b> 230 (150 – 300)</p>	Face Plana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quebra com facilidade. (corte interrompido)</li> <li>Usinagem em altas velocidades.</li> </ul>	UE6010, Usinagem a seco. UC5105 or MB710

FABRIL DE FERRAMENTAS



# Mitsubishi – Dados de Corte para Diferentes Materiais IV

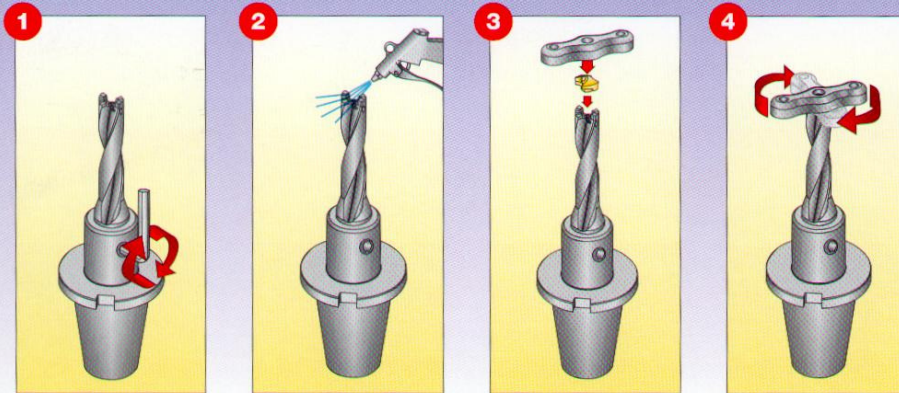
Ferro Fundido Dúctil	≤450 MPa	1 – 6	0.4 (0.2 – 0.6)	Óleo Solúvel	 UC5115 200 (150 – 250)	Standard	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desgaste rápido e vida curta da ferramenta.</li> <li>Quebra com facilidade.</li> </ul>	UC5105 UE6010 Face plana, aresta com chanfro, usinagem a seco.
	≤500 – 800 MPa	1 – 6	0.4 (0.2 – 0.6)	Óleo Solúvel	 UC5115 150 (100 – 200)	Standard	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desgaste rápido e vida curta da ferramenta.</li> <li>Quebra com facilidade.</li> </ul>	UC5105 UE6010 Face plana, aresta com chanfro, usinagem a seco.
Ferro Maleável		1 – 6	0.4 (0.2 – 0.6)	Óleo Solúvel	 UC5115 150 (100 – 200)	Standard	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desgaste rápido e vida curta da ferramenta.</li> <li>Quebra com facilidade. (corte interrompido)</li> </ul>	UC5105 UE6010 Face plana, aresta com chanfro, usinagem a seco.
Ferro Fundido Coquilhado		1 – 3	0.2 (0.1 – 0.3)	Óleo Solúvel	 HT10ST 10 (5 – 15)	Face Plana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desgaste rápido e vida curta da ferramenta.</li> <li>Ângulo de posição ≤15°</li> <li>Corte interrompido.</li> </ul>	MB730 (Velocidade de corte $vc=100-200$ ) Aumente o ângulo de posição para 30° – 60°. Usinagem a seco
Ligas de Alumínio		1 – 6	0.4 (0.2 – 0.6)	Óleo Solúvel	 HT110 600 (400 – 800)	Quebra-cavacos Positivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usinagem em altas velocidades.</li> </ul>	MD220 (Velocidade de corte $vc=200-1500$ )
Ligas de Cobre		1 – 6	0.4 (0.2 – 0.6)	Óleo Solúvel	 HT110 230 (150 – 300)	Quebra-cavacos Positivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usinagem em altas velocidades.</li> </ul>	MD220 (Velocidade de corte $vc=200-1200$ )
Ligas de Aço Sinterizado		1 – 4	0.2 (0.1 – 0.3)	A Seco	 MB710 200 (150 – 250)	Face Plana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aço baixo carbono.</li> <li>Aço de medio carbono.</li> <li>Aço de alto carbono.</li> <li>Resistência térmica.</li> </ul>	$vc=200-250$ $vc=180-220$ $vc=150-180$ $vc=100-150$

CONDIÇÕES DE CORTE RECOMENDADAS PARA TORNE

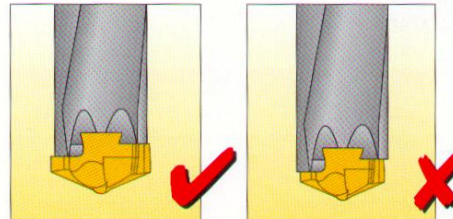
INFORMAÇÕES TÉCNICAS



## Mounting of Drilling Head



**NO  
SET-UP  
TIME!**



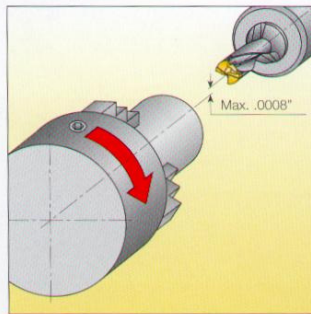
**Check Drilling Head Compatibility!**

Drilling head should always be larger than drill body.

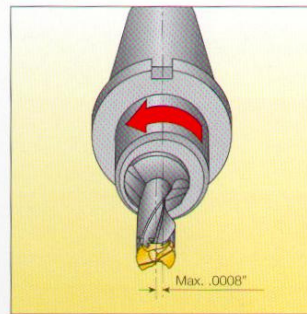
### Set-Up

#### Run-Out Tolerance

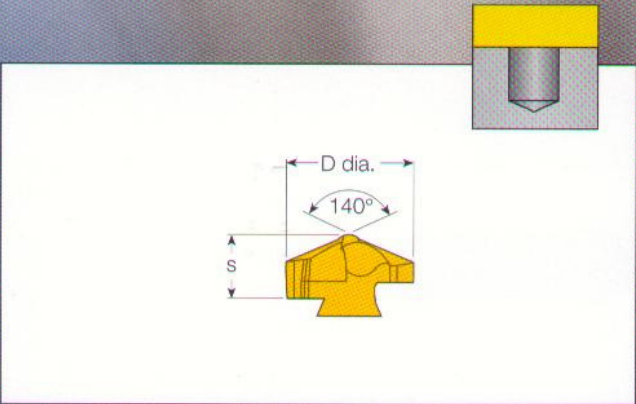
Stationary drill



Rotating drill



*Broca com inserto de metal duro*



Designation	DRange <sup>(1)</sup>	S	IC528	IC908
IDI □□□□-SG	.393-.429	.205		●
	.433-.468	.217		●
	.472-.508	.228	●	□
	.512-.547	.236	●	□
	.551-.587	.272	●	□
	.590-.626	.291	●	□
	.630-.665	.307	●	□
<b>IDI 0669-SG</b>	.669	.315		●
<b>IDI 0689-SG</b>	.689	.315		●
<b>IDI 0709-SG</b>	.709	.327		●
<b>IDI 0728-SG</b>	.728	.327		●
<b>IDI 0748-SG</b>	.748	.339		●
<b>IDI 0768-SG</b>	.768	.339		●
<b>IDI 0787-SG</b>	.787	.354		●
<b>IDI 0807-SG</b>	.807	.354		●

<sup>(1)</sup> Heads for a diameter range of .393-.665 are available in increments of .004 inch.  
 Heads in diameters of .669-.807 inch and additional sizes as mentioned are available on request.

Ordering example for .524 drill head: IDI 0524-SG IC528.

● Ex-stock  
 □ On request

*Broca com inserto de metal duro*



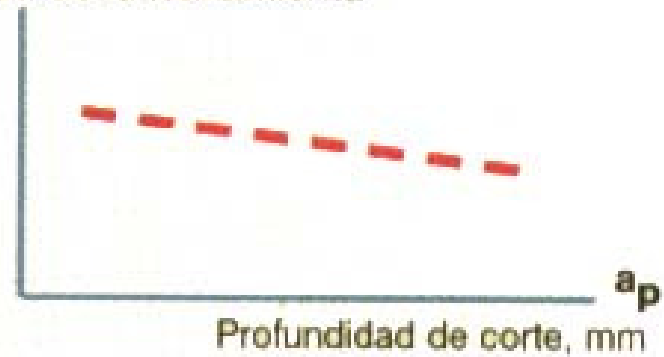
# Cutting Data

Material	Vc (sfm)	f (ipr)
Carbon Steel	260-425	.006-.010
Alloy Steel $\leq 900$ N/mm <sup>2</sup>	260-395	.005-.009
Alloy Steel $> 900$ N/mm <sup>2</sup>	195-330	.005-.009
Stainless Steel Martensitic	100-230	.005-.009
Titanium-Based Alloys	100-130	.008-.010
Inconel (718)	65-100	.004-.005
Aluminum	330-490	.010-.014
Cast Iron Gray	330-490	.010-.016
Cast Iron Nodular	260-395	.009-.011

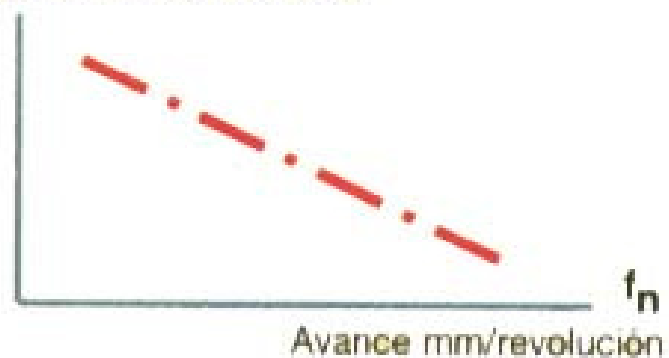
*Dados de corte com  
broca com inserto  
de metal duro*

*Influência dos parâmetros de corte na vida da ferramenta*

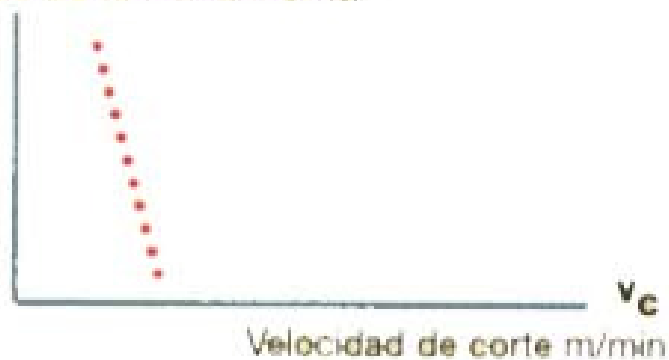
Vida de la herramienta

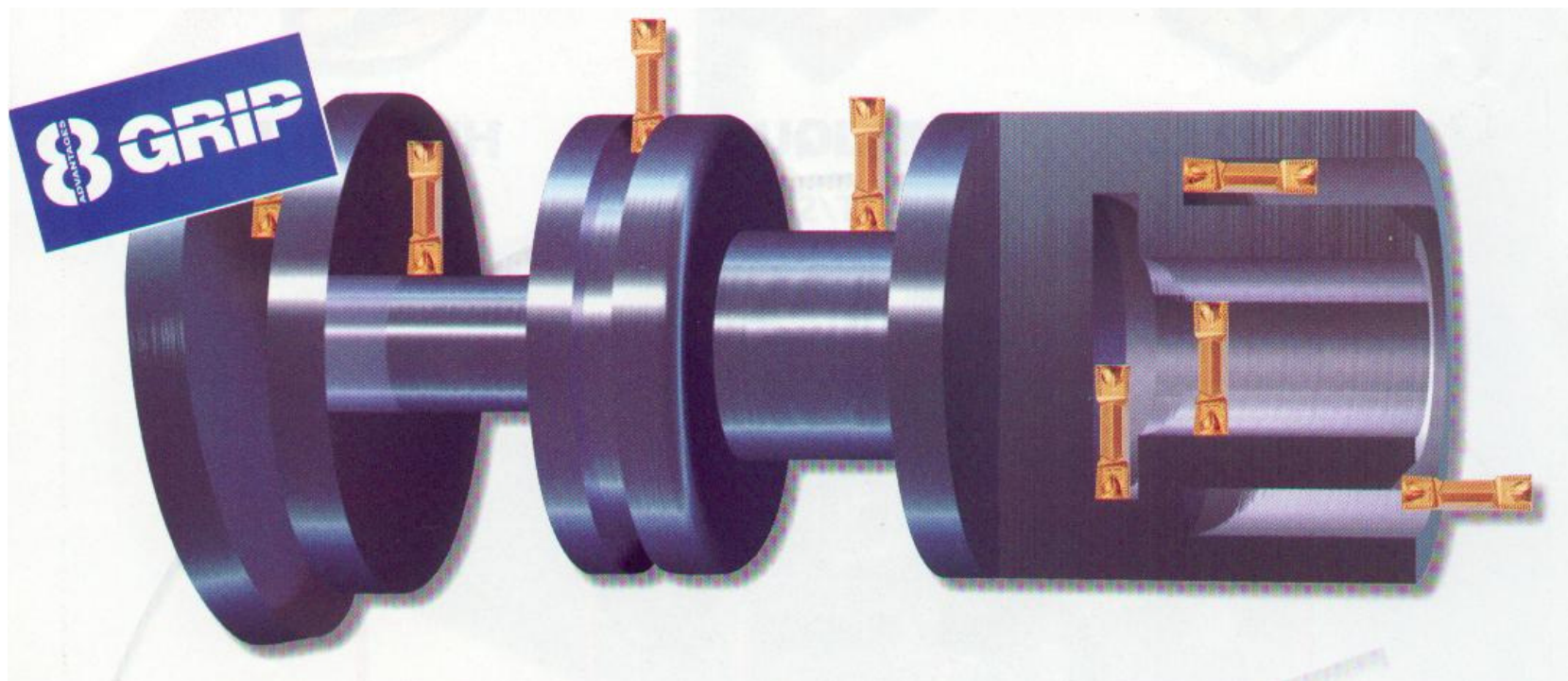


Vida de la herramienta



Vida de la herramienta



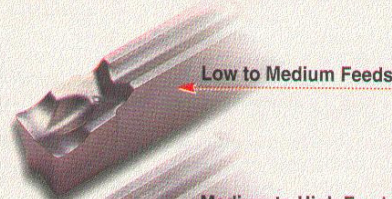
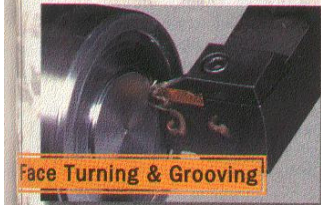


*Inserto especial da Iscar para operações de torneamento*



# TaeguTec T-CLAMP

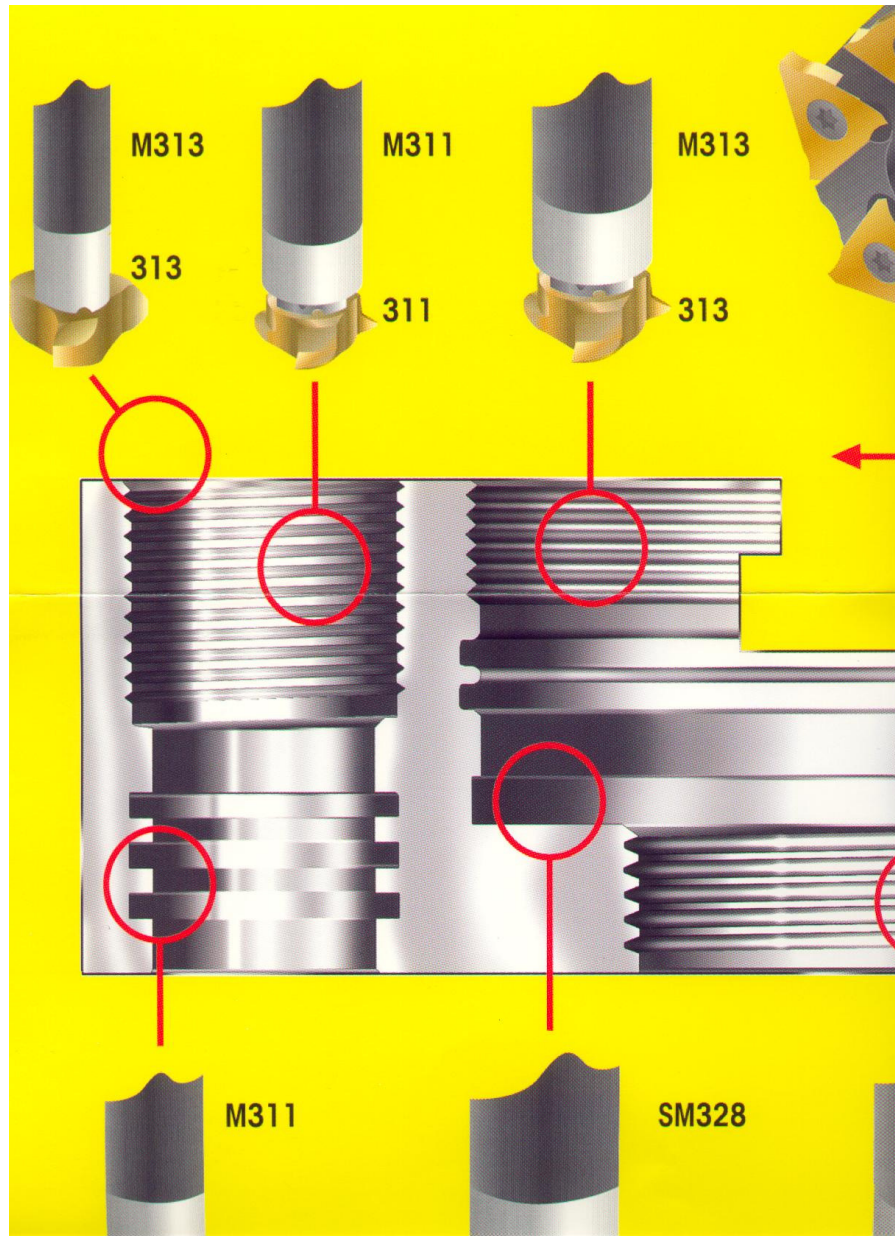
- Multi Junction Tooling System! -



**COATED GRADES**  
PVD TT7220  
TT8020  
CVD TT7200

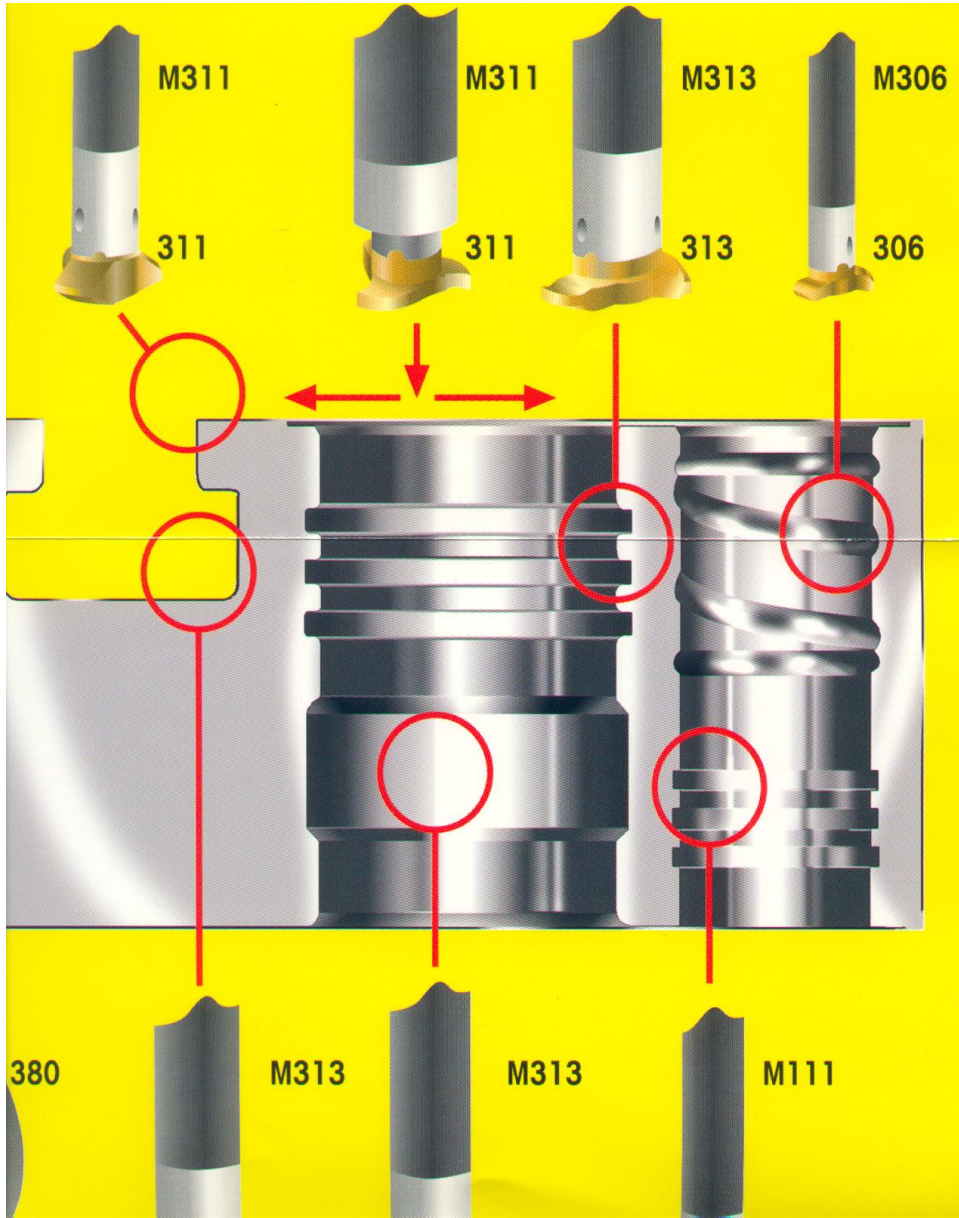


*Inserto especiais  
para o  
torneamento*



*Exemplos de fresamento  
de superfícies com um  
inserto especial*





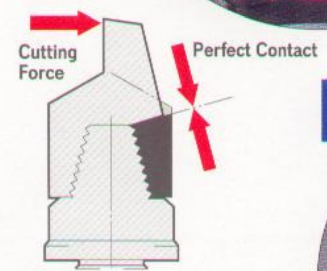
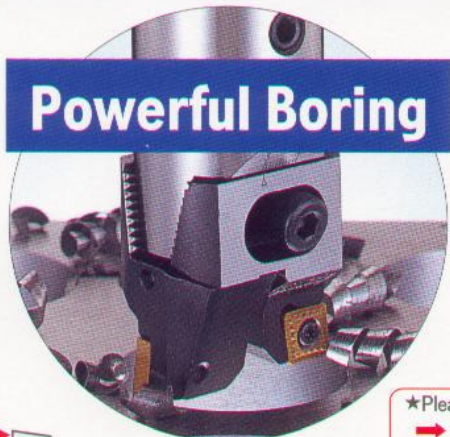
*Exemplos de fresamento de superfícies com um inserto especial*

Power of Shoulder Support type Cartridge  
**RAC BALANCE-CUT Boring Arbor**  
 $\phi 25 \sim \phi 130$

Large Dia. Boring both for Roughing & Finishing  
**DAC BALANCE-CUT Boring Arbor**  
 $\phi 130 \sim \phi 586$

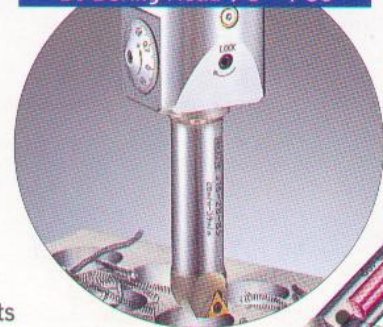
○ Easy Adjustment on Diameter

**Powerful Boring**

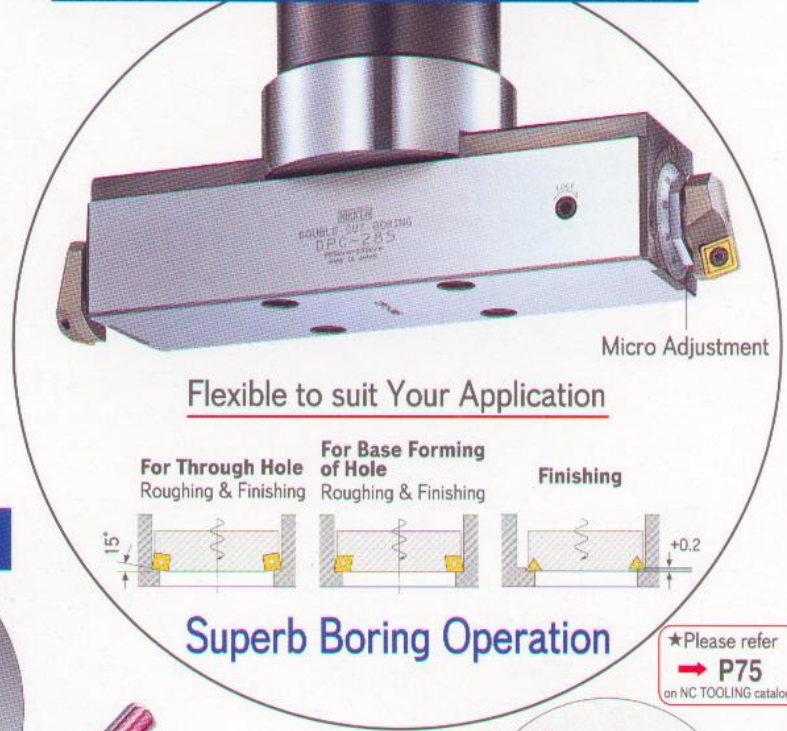
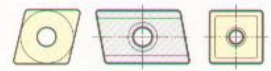


★Please refer  
 → **P65**  
 on NC TOOLING catalogue.

**Carbide Cored Boring Bar**  
**DJ Boring Head  $\phi 3 \sim \phi 50$**



- ◆ Power of Shoulder Support type Boring
- ◆ Precision Basic Serration
- ◆ Powerful Boring with Heat-Treated Cartridges
- ◆ Various kinds of Heads & Inserts



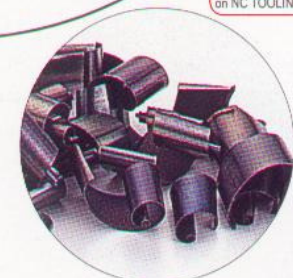
**Flexible to suit Your Application**

**Superb Boring Operation**

★Please refer  
 → **P75**  
 on NC TOOLING catalogue.



★Please refer  
 → **P60**  
 on NC TOOLING catalogue.



Chips of Tough Material

*Mandrillamento*



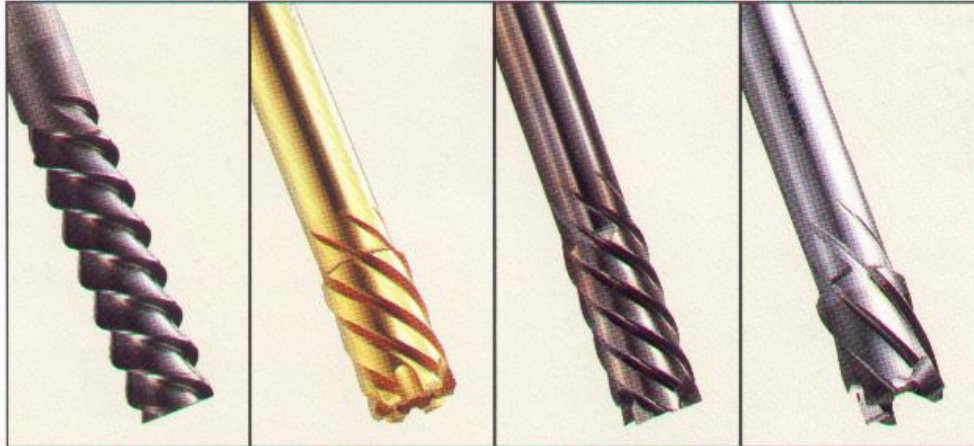
# REAMER SERIES

Reaming is the best for surface finish & diameter tolerance. It's guaranteed with accuracy on automated production line.

NIKKEN's own long-term experience creates the reamer for application of steel/stainless steel with soluble coolant. The Carbide Mill Reamer series for aluminum/cast iron materials.

## NIKKEN Reamer series

Since NIKKEN first developed Broach Reamer, we did research and improvements, and have completed 5 series. Broach Reamer, SQ Reamer, NC Sensor Reamer, Tough Cut Skill Reamer and Carbide Mill Reamer.



### Broach Reamer

Broach reamer offers both heavy cutting capability of broach and high precision of reamer. Reaming is slow and difficult, but this is solved by Left-handed High Helix of 60°.

### NC Sensor Reamer

With End Teeth Perfect performance even with water soluble coolant. This reamer functions as plug gauge, then inspection may be eliminated.

### Tough Cut Skill Reamer

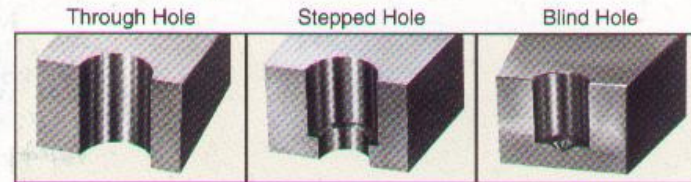
With End Teeth This is all-mighty reamer good for hard-to-machine materials, such as die steel, heat treated & tempered steel.

### Carbide Mill Reamer

With End Teeth Being made of Carbide (K10), faster cutting speed is possible. Especially suitable to Cast Iron, Meechanite and Aluminum.

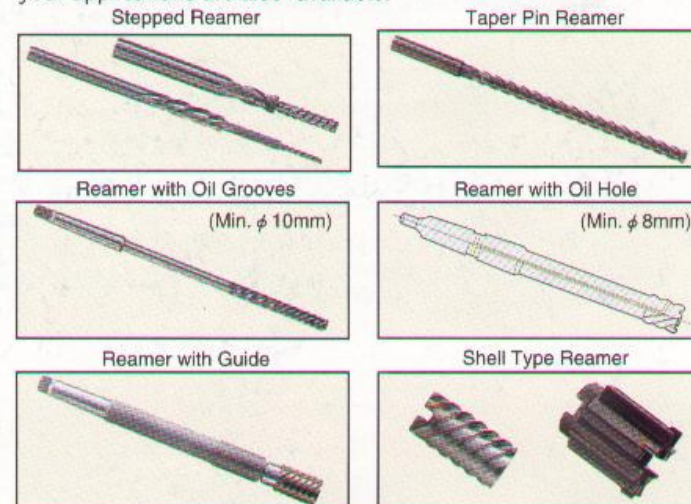
## Application

The various series of reamers are available for each application. i.e. Through Hole, Stepped Hole and Blind Hole.



## Special reamer

The reamer dia. out of standard (0.001mm increment) are also available. The following specially designed reamers according to your applications are also available.

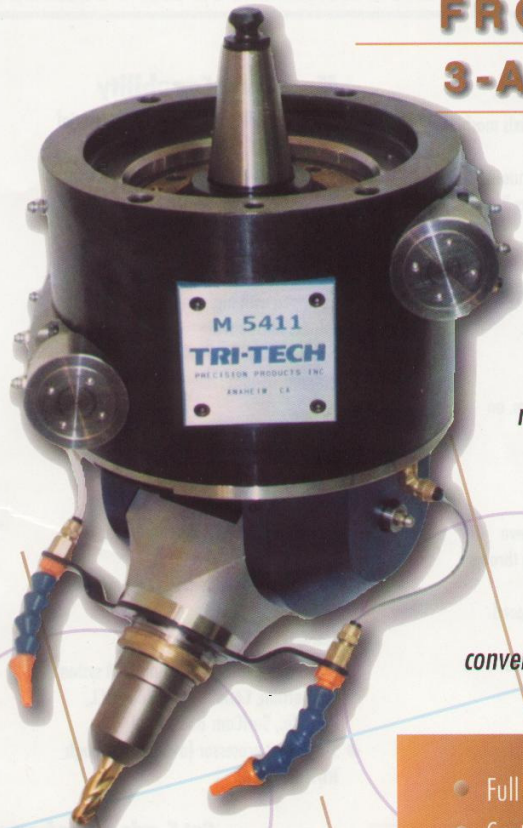


*Diferentes alargadores*



Model 5411

**GET 5-AXIS POWER  
FROM YOUR  
3-AXIS CNC.**



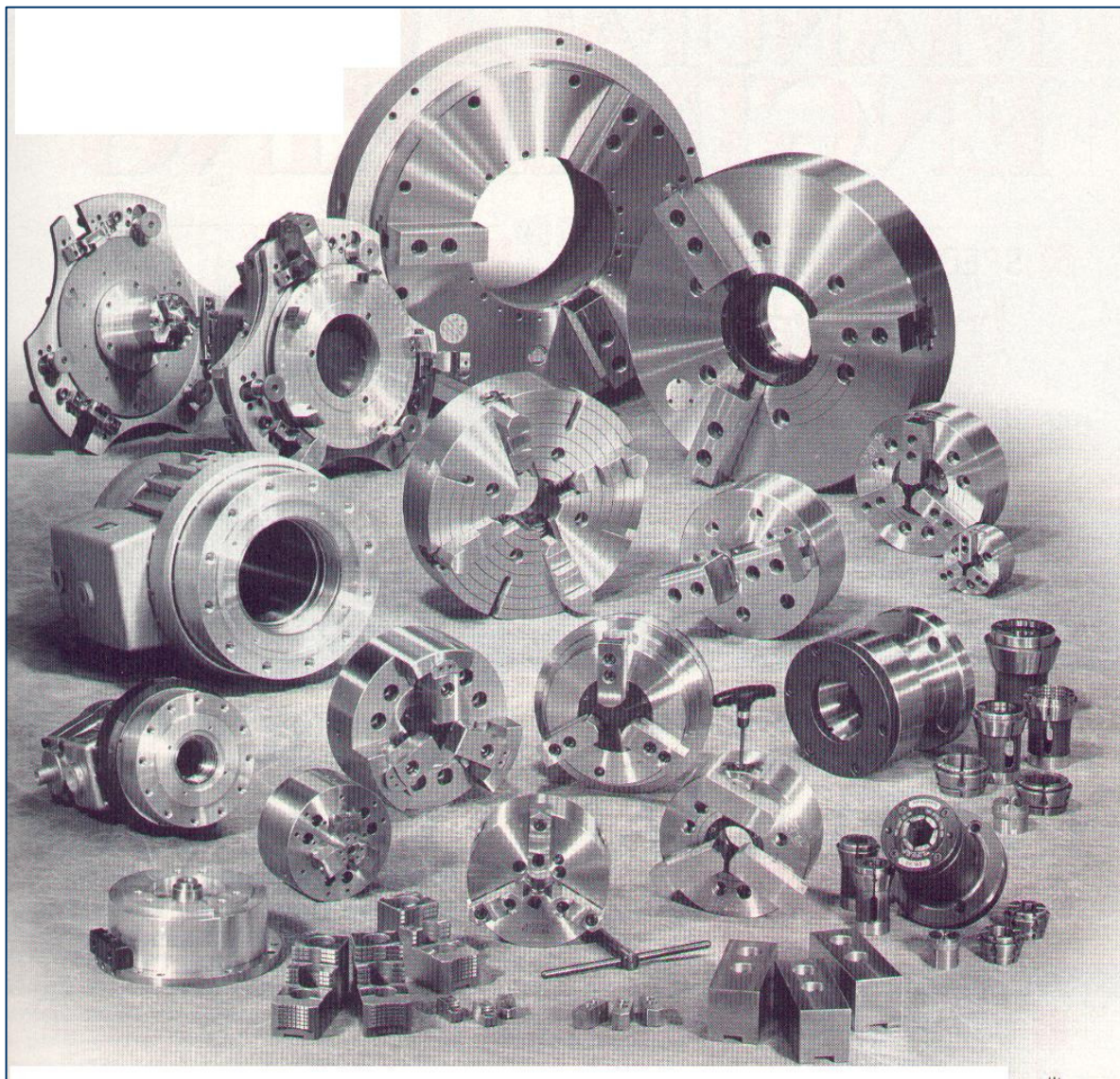
*Tri-Techs Model 5411 5-Axis Programmable Head Attachment is a revolution in NC machining! It converts almost any NC machining center, giving 3-axis machines full 5-axis capability. And at a fraction of the cost of conventional 5-axis machines!*

- Full 180° tilt capability
- Continuous rotary movement
- Developed with aerospace machining in mind
- Portable, installed in minutes
- Designed to provide years of precision and dependability



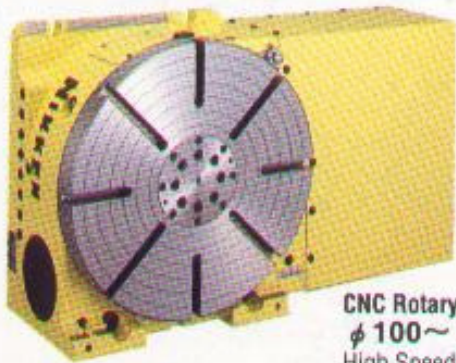
*Cabeçote especial permitindo a inclinação da ferramenta*



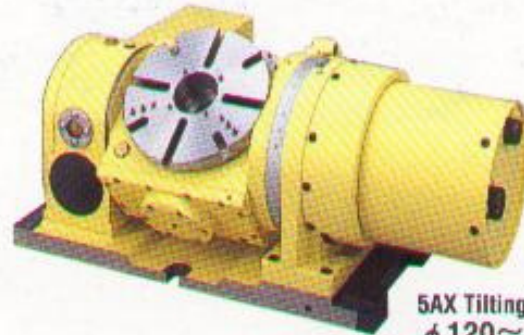


*Placas para tornos*

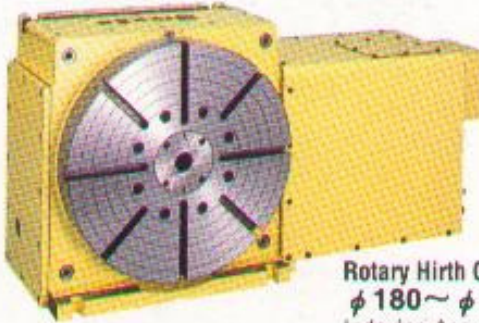




**CNC Rotary Table**  
 $\phi 100 \sim \phi 1,200$   
High Speed Rotation Z series  
(44.4rpm)



**5AX Tilting Rotary Table**  
 $\phi 120 \sim \phi 550$   
Powerful Brake 500Kgfm



**Rotary Hirth Coupling Index**  
 $\phi 180 \sim \phi 500$   
Indexing Accuracy:  $\pm 2''$



**Manual Tilting Rotary Table**  
 $\phi 250 \sim \phi 500$



**Multi-Spindle CNC Rotary Table**  
 $\phi 100 \sim \phi 250$   
(2,3 or 4 Spindles)



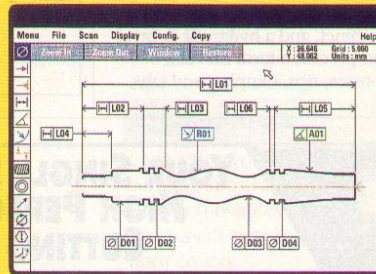
**Multi-Spindle Tilting Rotary Table**  
 $\phi 105 \sim \phi 200$   
(2,3 or 4 Spindles)

*Diferentes tipos  
de placas de  
fixação de peças  
em fresadoras*



# INSTANT MEASUREMENTS OF ROUND PARTS....

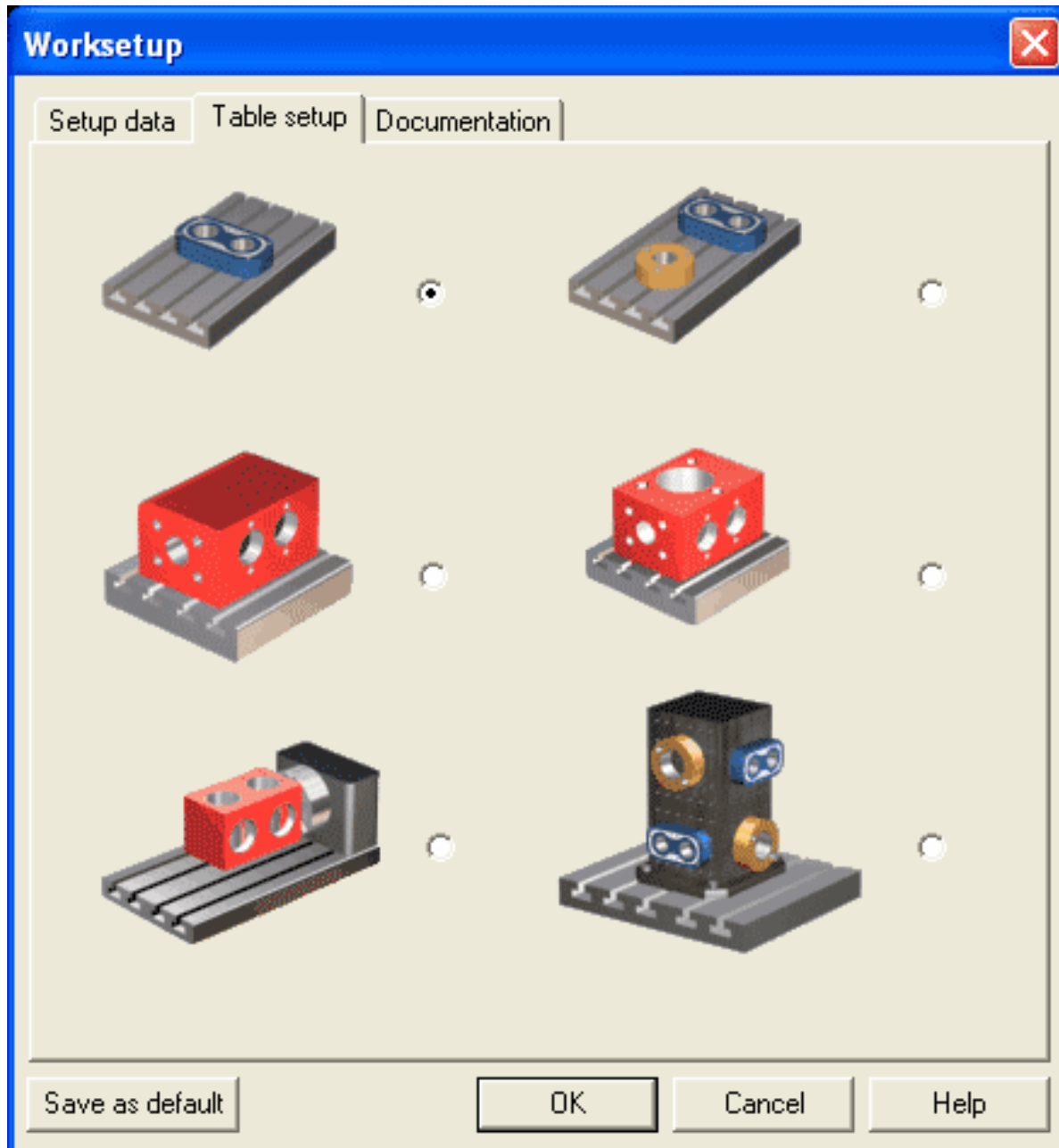
fast, easy gaging of lengths, angles, chamfers, radii, threads, diameters, points of intersection and more. A highly advanced, non-contact, opto-electric projection system uses white, collimated light for ultra-precise measurements. There is a shop-floor tough Profile System to meet your exact requirements.



**ICON-DRIVEN SOFTWARE....** smart, very smart. "Pro-measure" software measures your part by using an outline drawing from your CAD file, or by scanning the finished part. A library of icons contains all the typical measurements for round parts. A 15 feature program can be created in about 7 minutes.

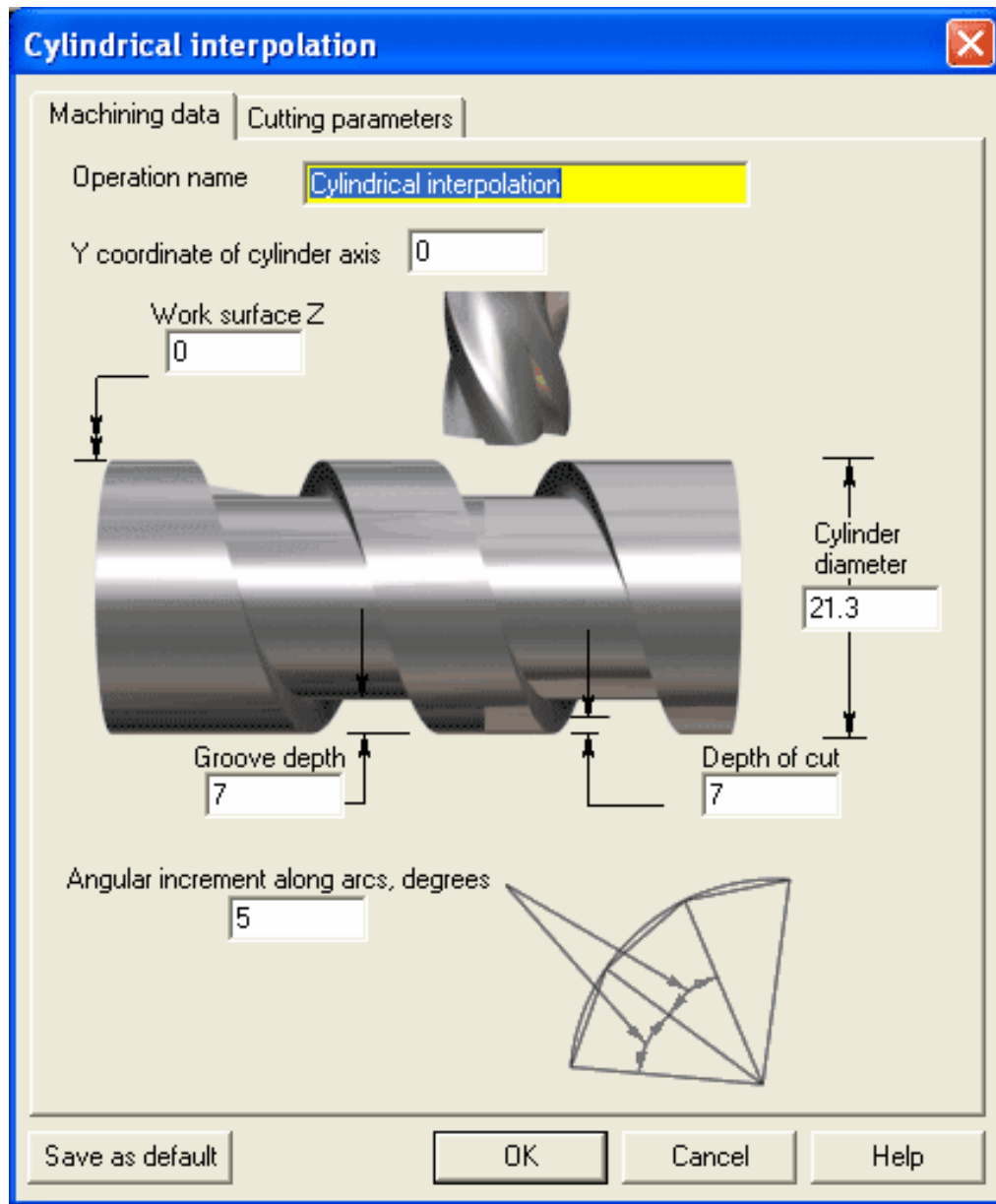
*Medição rápida de peças cilíndricas*



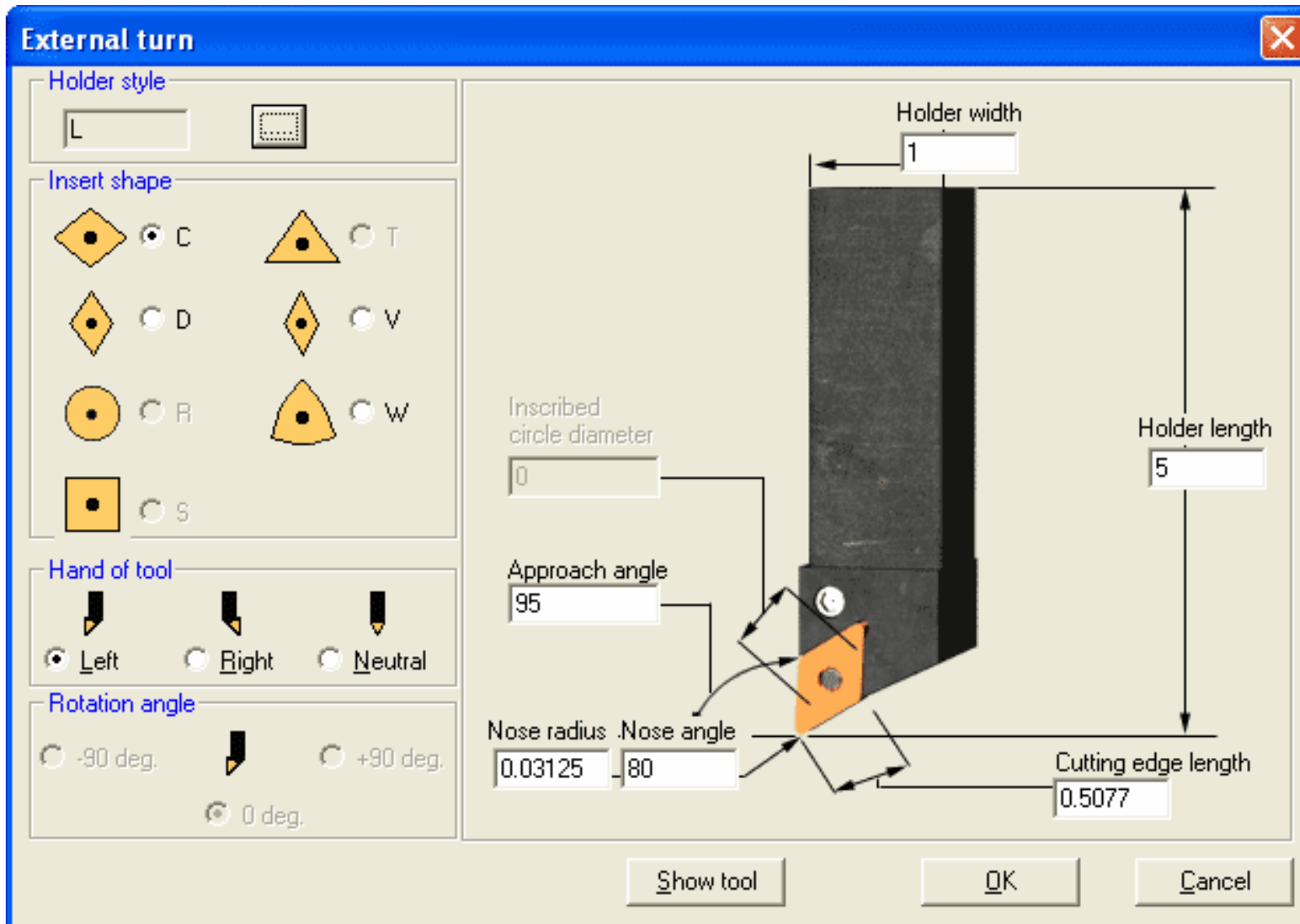


*Setup da mesa  
em um sistema  
CAM*

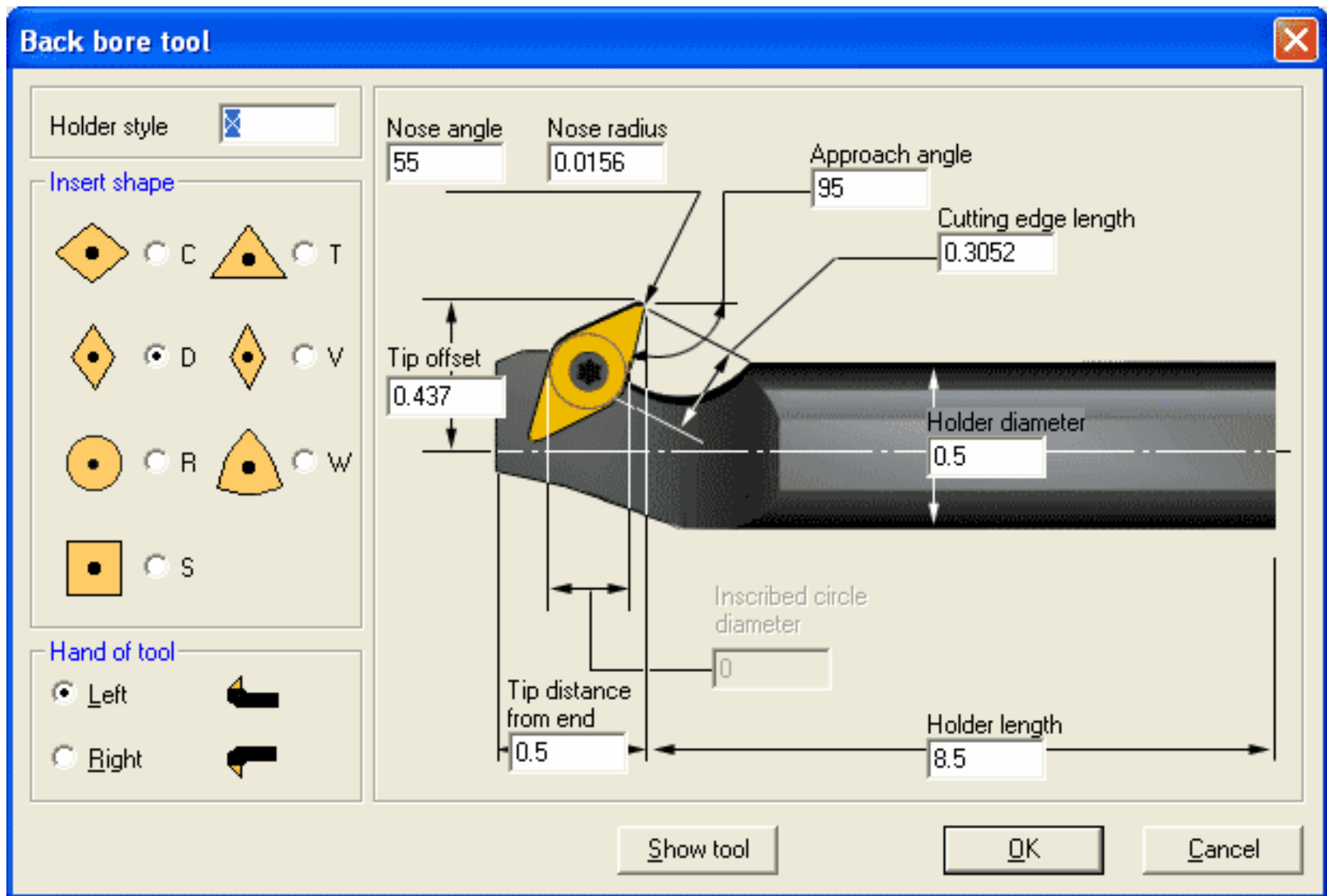




*Interpolação Cilíndrica*

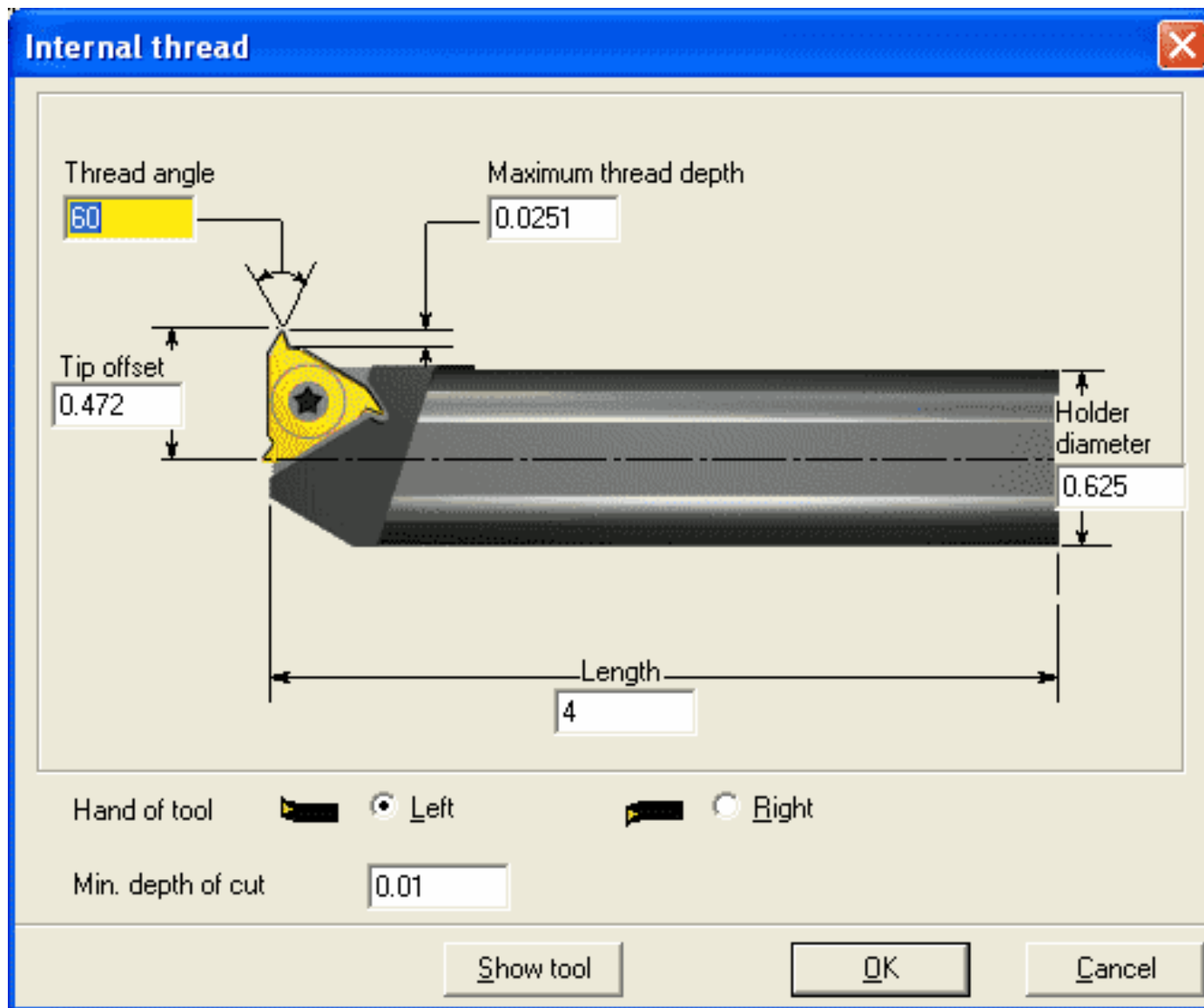


*Dados de entrada para a ferramenta de tornear*

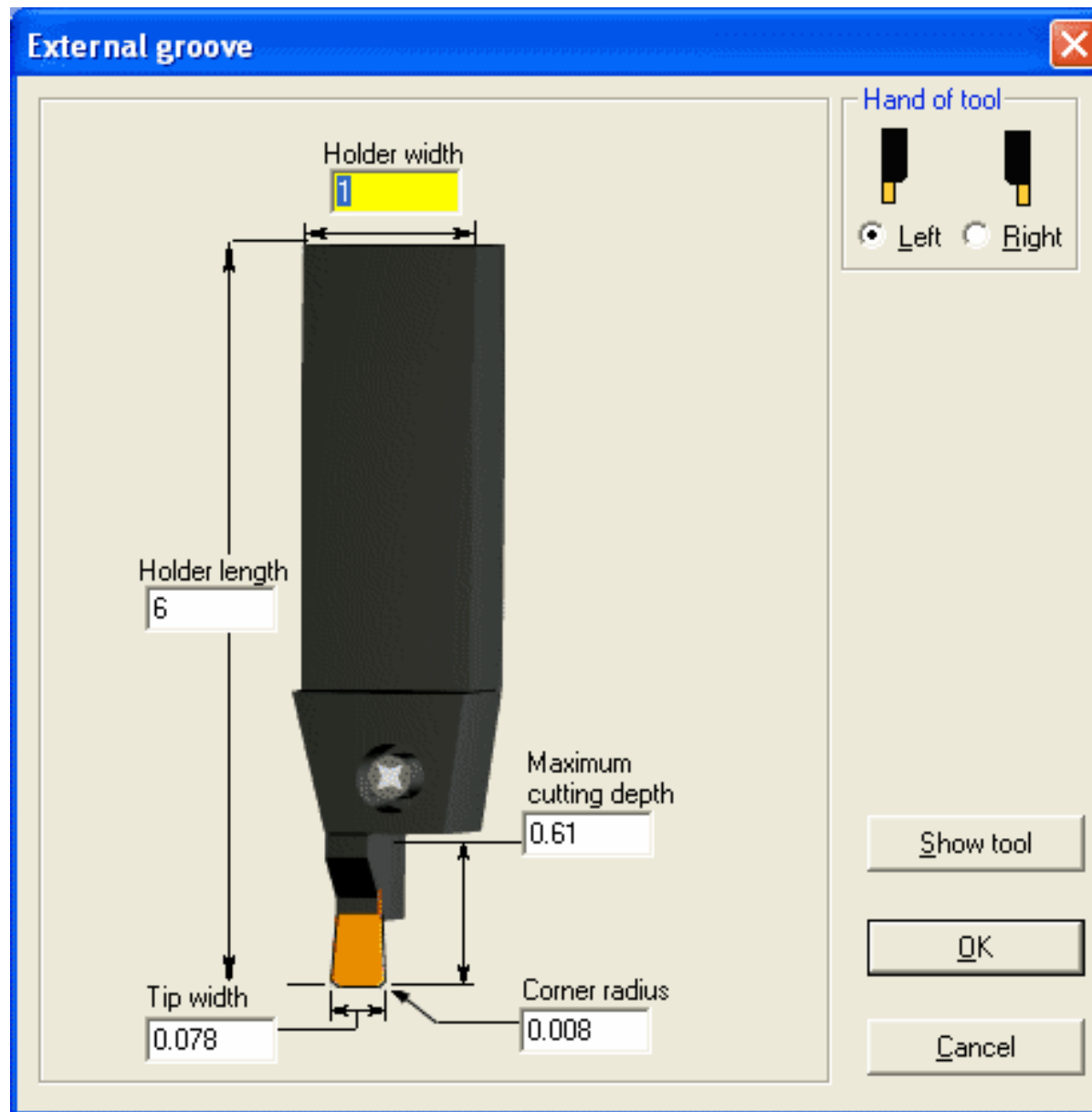


*Introdução de Parâmetros para o Mandrilamento Posterior*





*Introdução de Parâmetros para a abertura de rosca interna*



*Introdução de Parâmetros referentes ao Bedame*

**Contour turn** ✕

Operation name Contour turn

Safe approach distance X  Z

Finish allowance X  Z

Process  Roughing  Finishing

Depth of cut

Constant cutting speed ON ?

Omit undercuts ?

Nose radius compensation  Left  Right  By Software

**Roughing parameters**

Cutting speed  m/min

Feed rate  mm/rev ▼▼▼

**Finishing parameters**

Cutting speed  m/min

Feed rate  mm/rev ▼▼▼

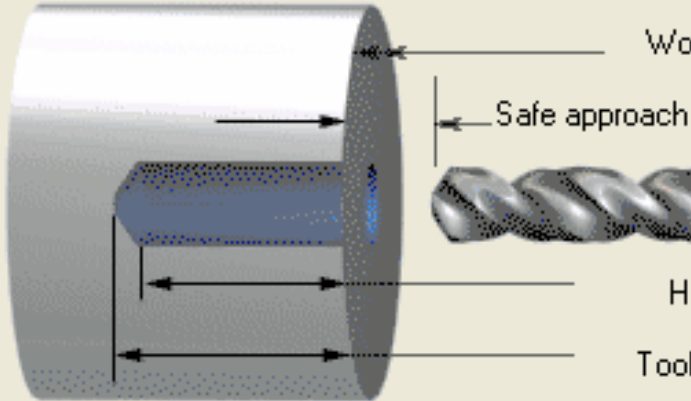
*Entrada do Ciclo de Torneamento*



**Drill** [X]

Drilling | Advanced settings

Operation name



Work face Z

Safe approach distance

Hole depth

Tool tip depth

Tool axis X coordinate

**Cutting parameters**

Cutting speed  ft/min      Feed rate  inch/rev

Return to Z  after this operation

Save as default      OK      Cancel      Help

*Entrada de dados para o ciclo de Furação*



**External groove** ✖



Operation name

Safe approach distance  Finish allowance



Process  Roughing  Finishing

**Cutting method**

Plunge   Deep groove 

One way   Two way 

**Start location**

Left   Right 

Pecking required?  Peck depth

Constant cutting speed ON?  Width of cut

Dwell at bottom for each cut   seconds  spindle rotations

**Roughing parameters**

Cutting speed  ft/min

Feed rate  inch/rev

**Finishing parameters**

Cutting speed  ft/min

Feed rate  inch/rev

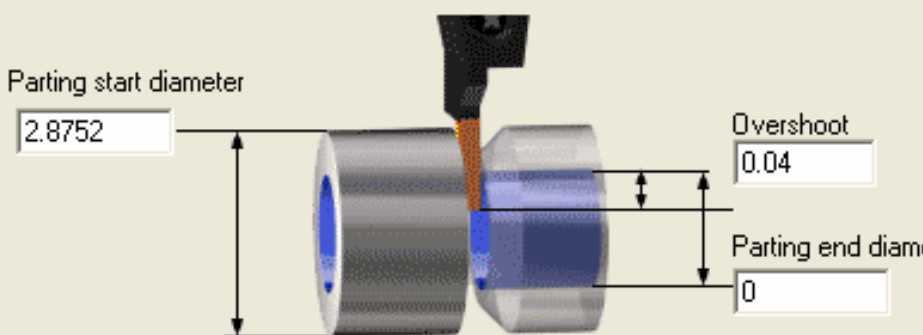
*Introdução de parâmetros para a usinagem de Canal*

**Parting** ✕


Operation name

Safe approach distance

Pecking required ?  Peck depth

Parting start diameter   Parting end diameter   
Overshoot

**Parting type**

 Chamfer/Radius value

Diameter for reduced feed rate

Constant cutting speed ON ?

**Cutting parameters**

Cutting speed  ft/min

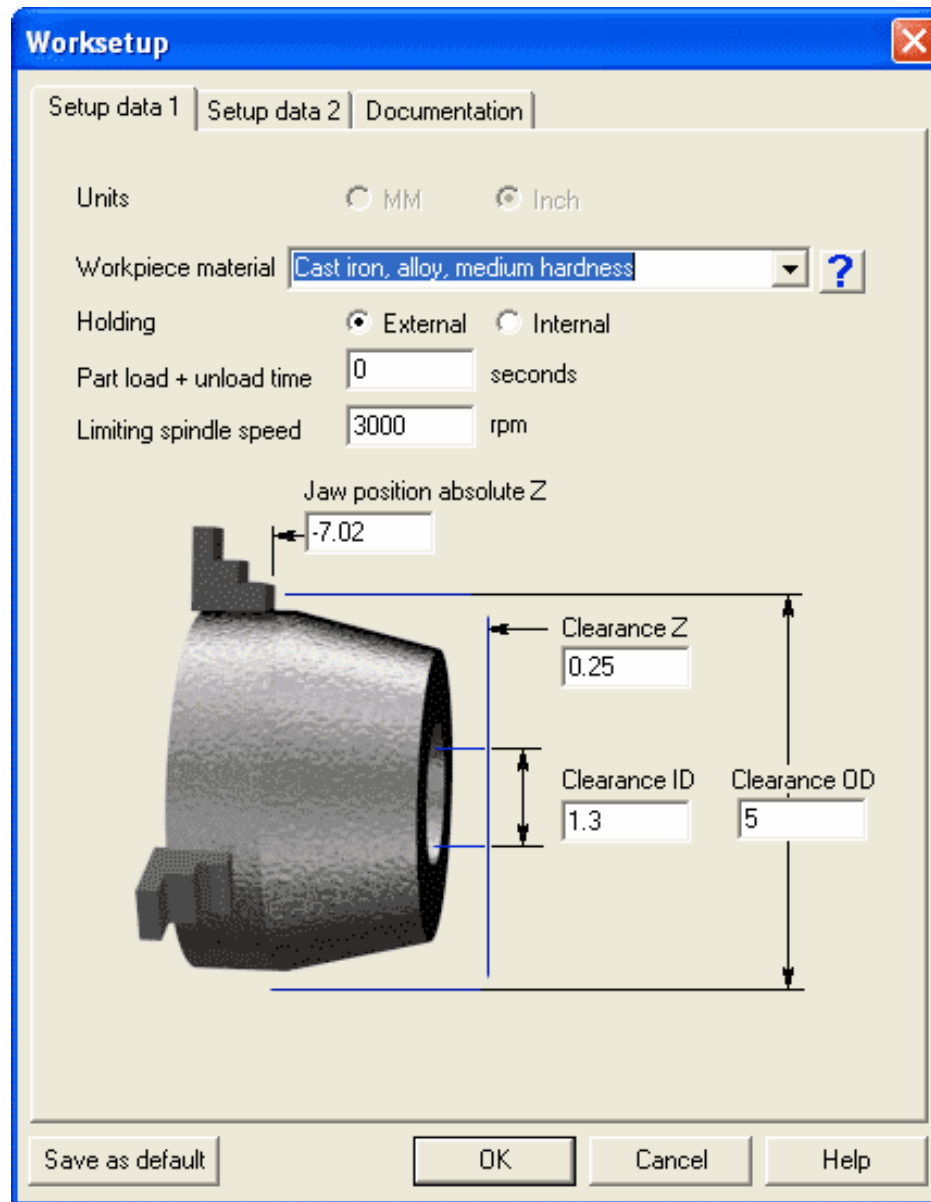
Feed rate  inch/rev

Reduced feed rate =  X Feed rate

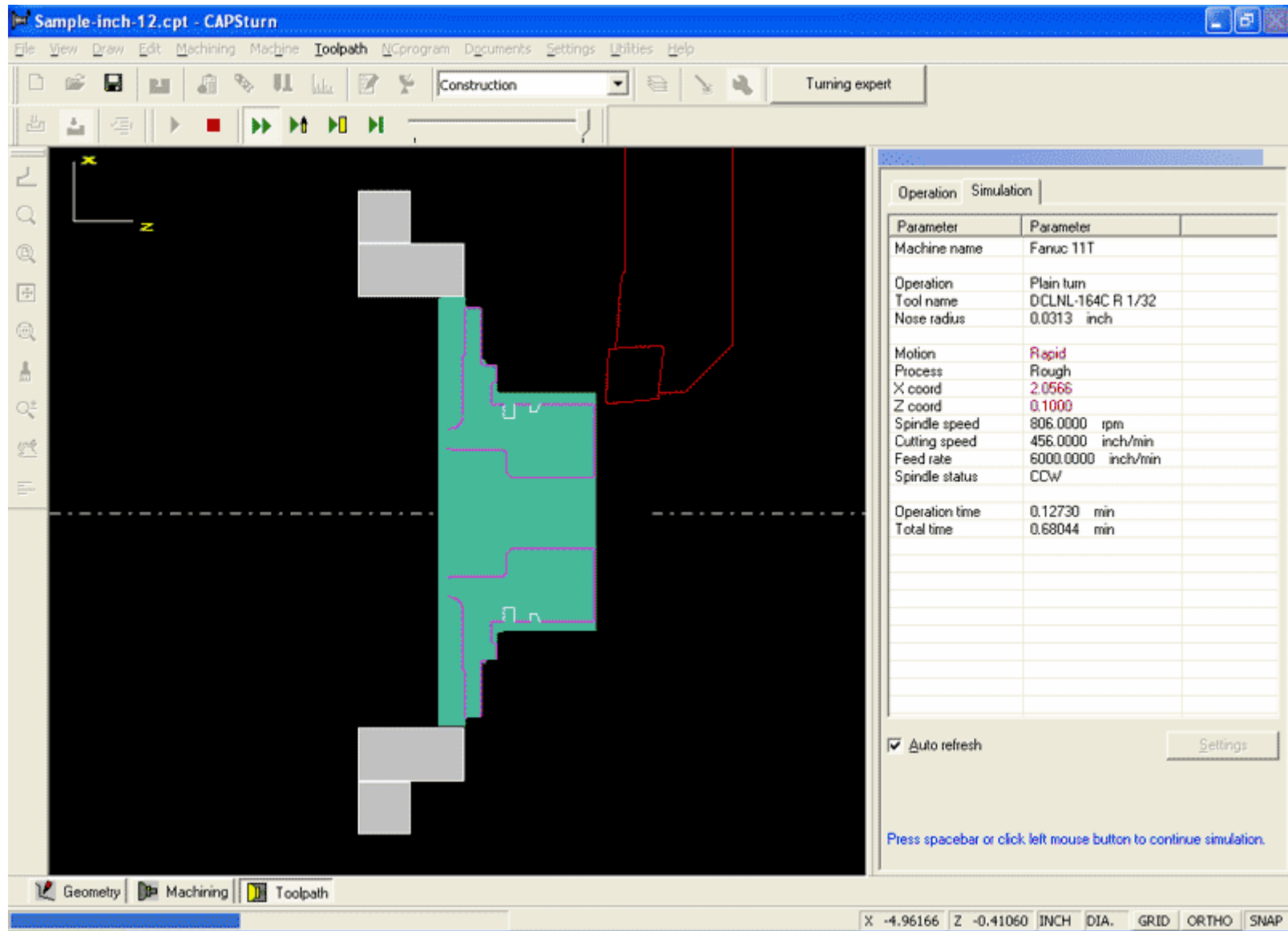
Save as default

*Introdução de Parâmetros para o Corte da Peça*

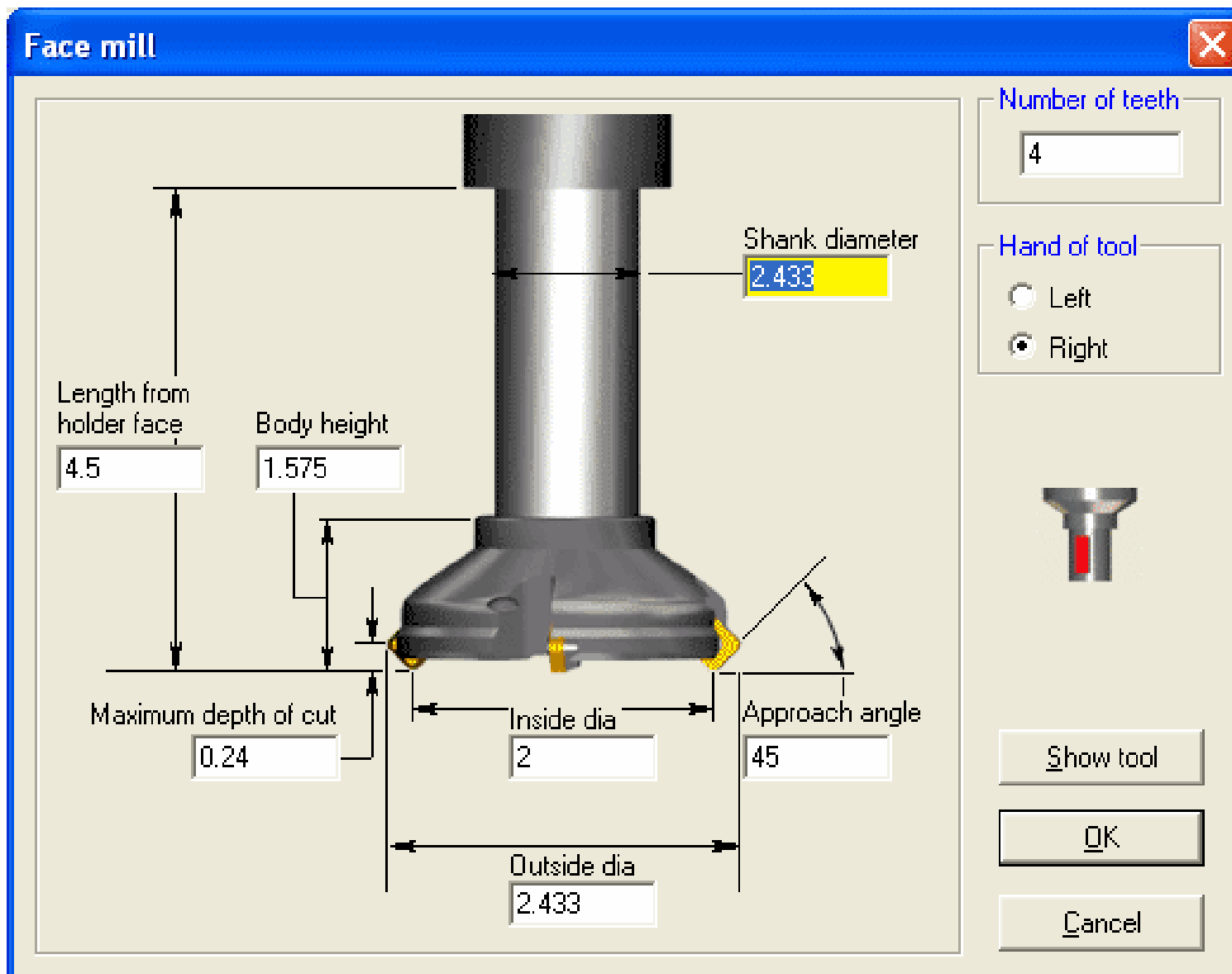




*Fixação*



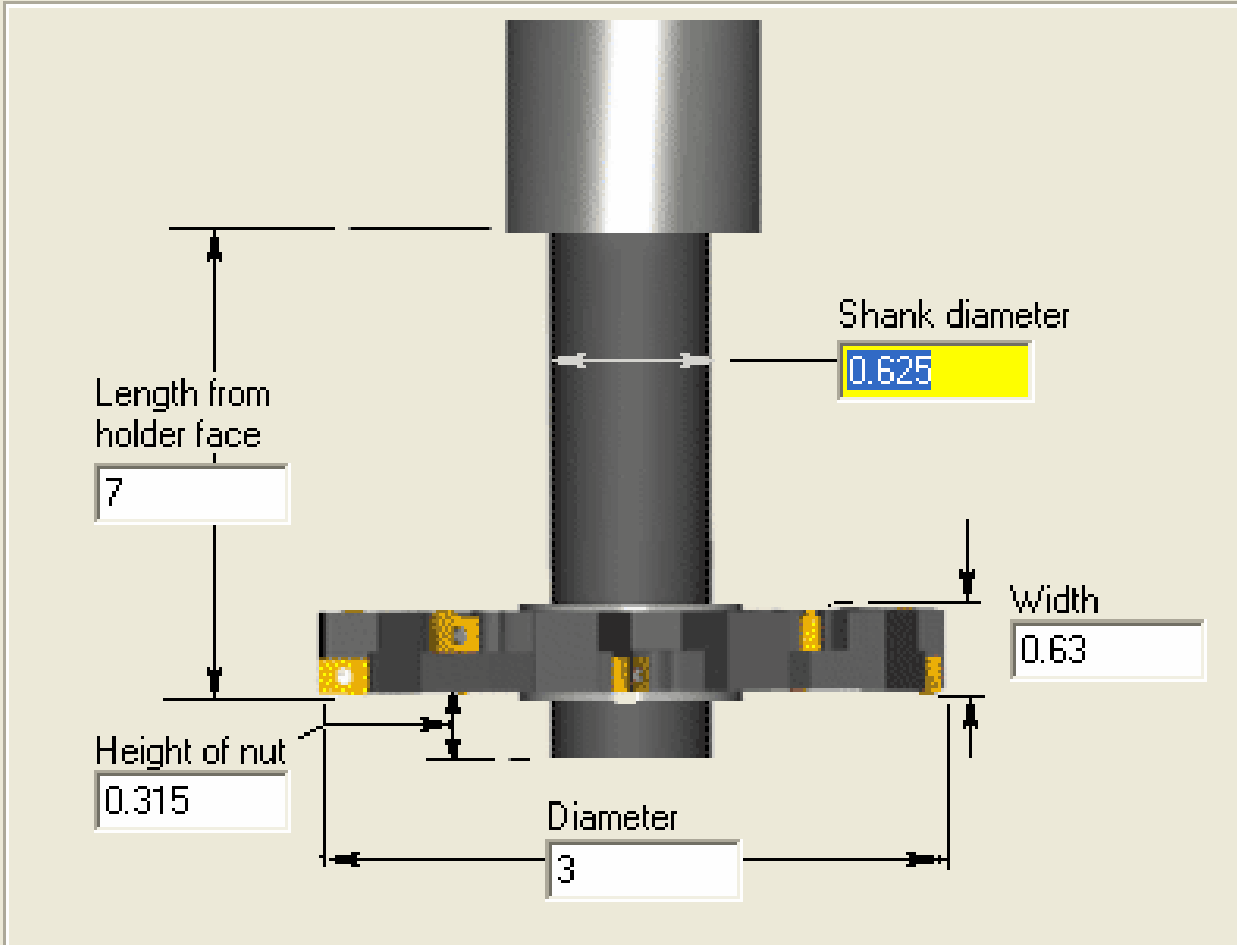
*Simulação*



*Fresa de face*



**Side and face mill** ✖




The diagram shows a side and face mill with the following dimensions and settings:

- Length from holder face: 7
- Shank diameter: 0.625
- Width: 0.63
- Diameter: 3
- Height of nut: 0.315

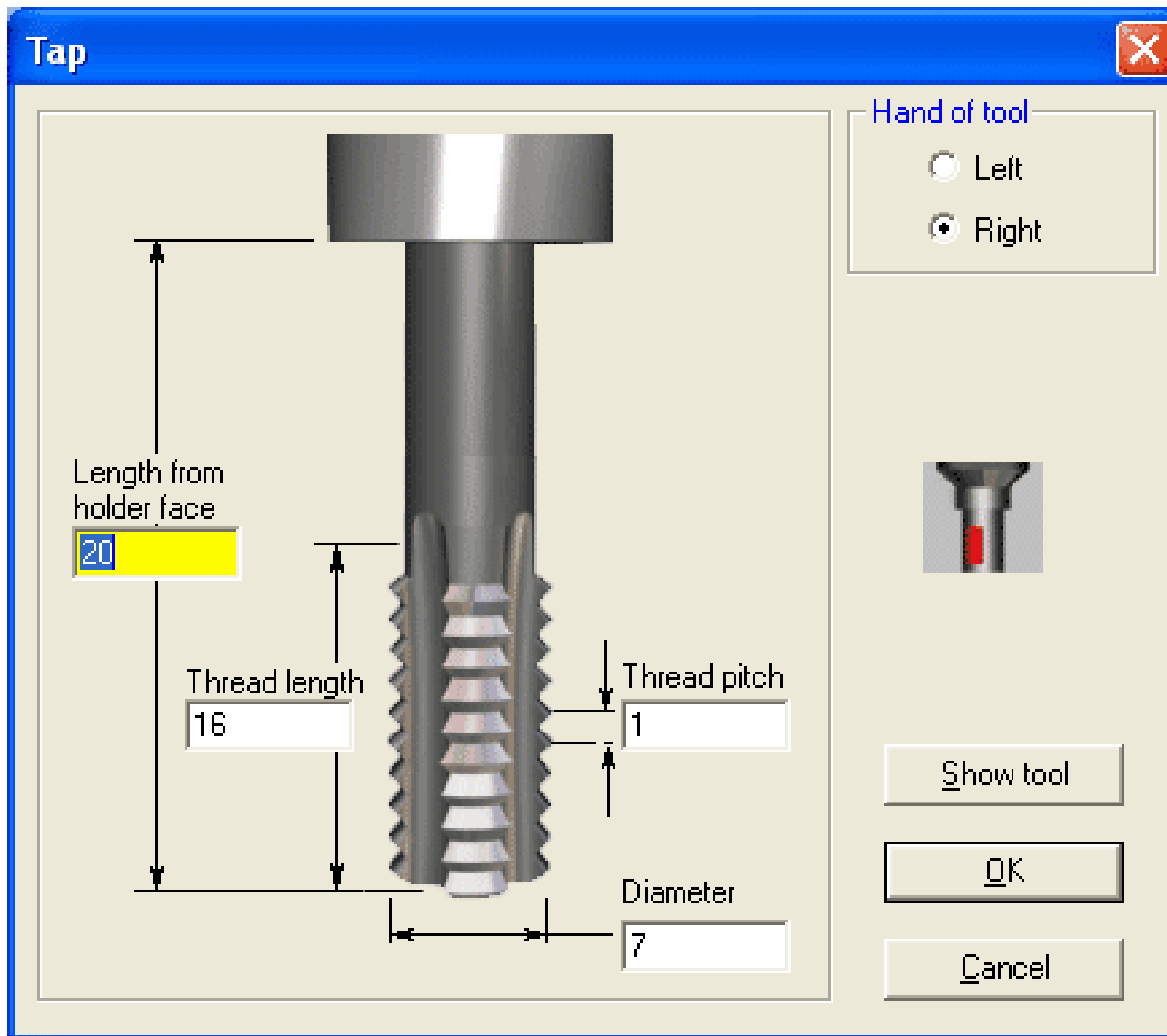
Number of teeth: 7

Hand of tool:  
 Left  
 Right

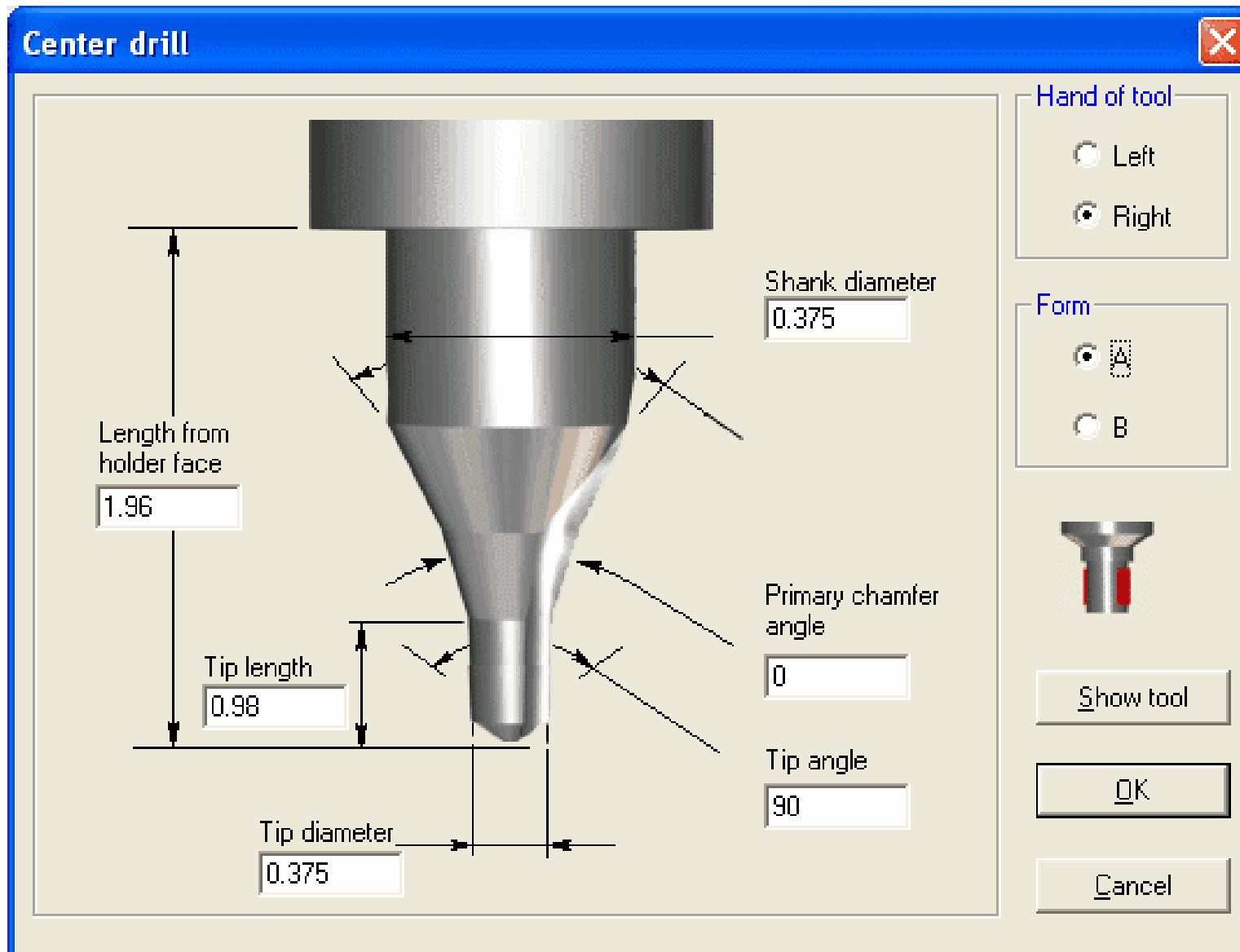


Show tool  
OK  
Cancel

*Fresa de disco*

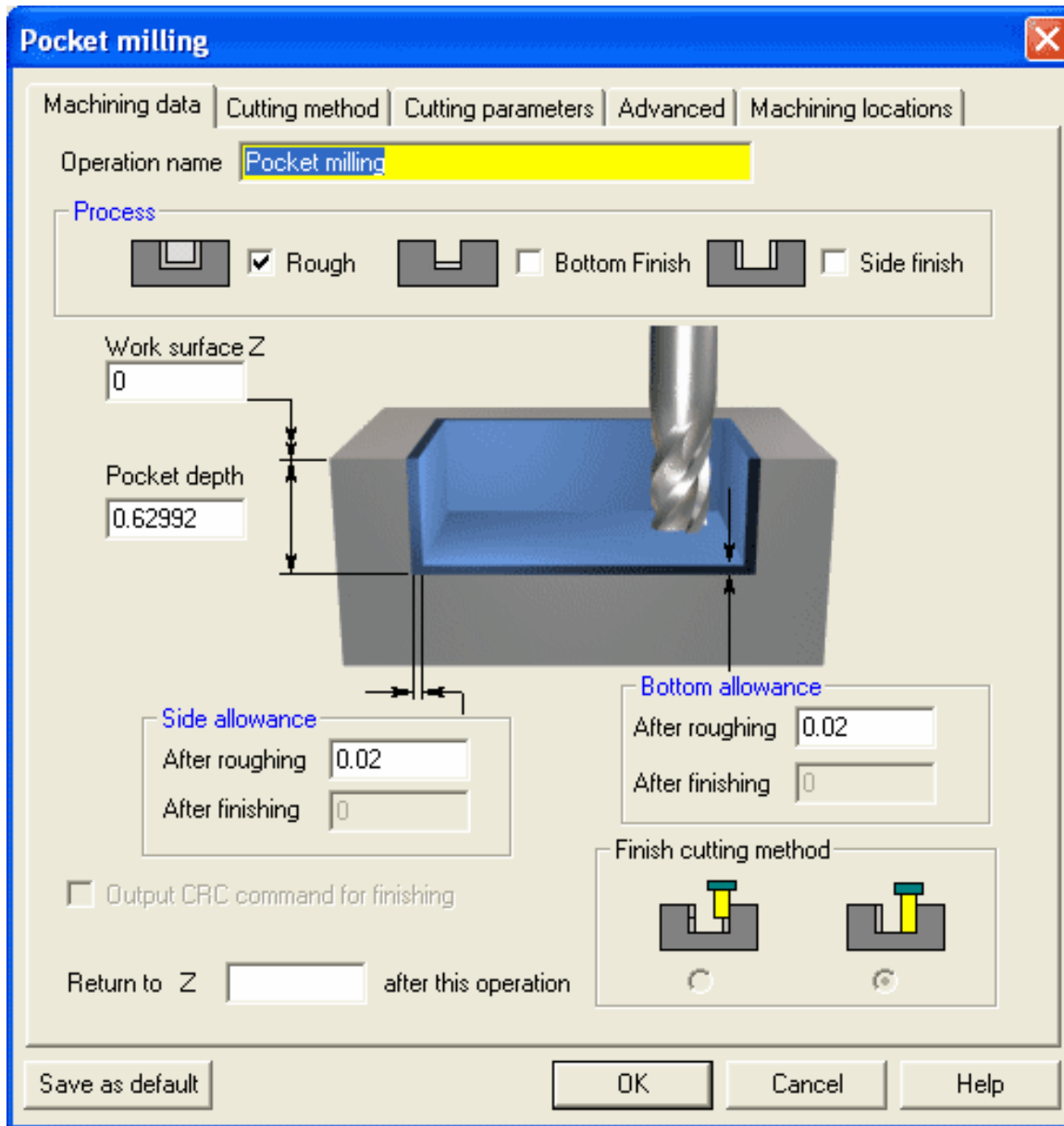


*Macho*

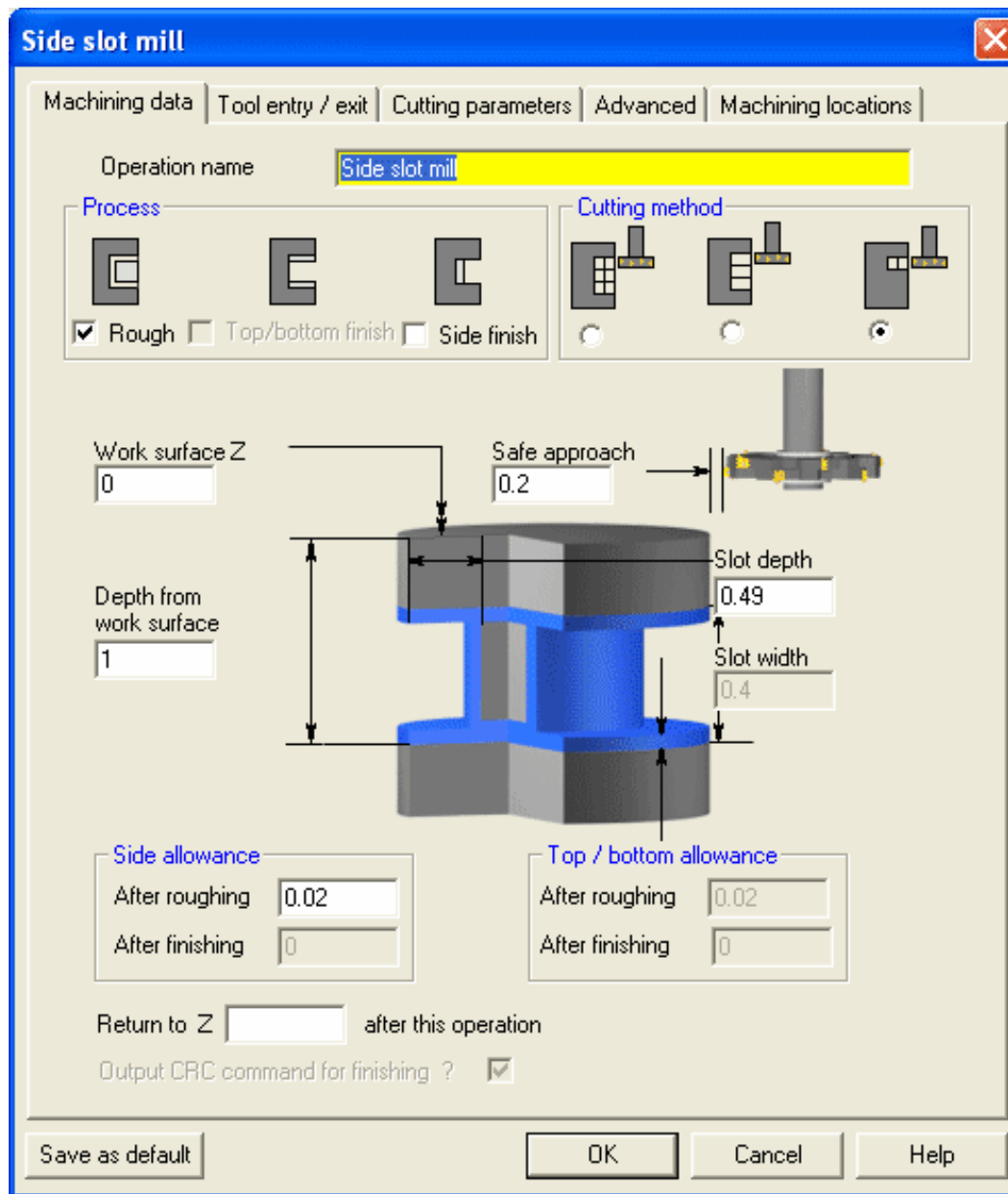


*Broca de Centro*

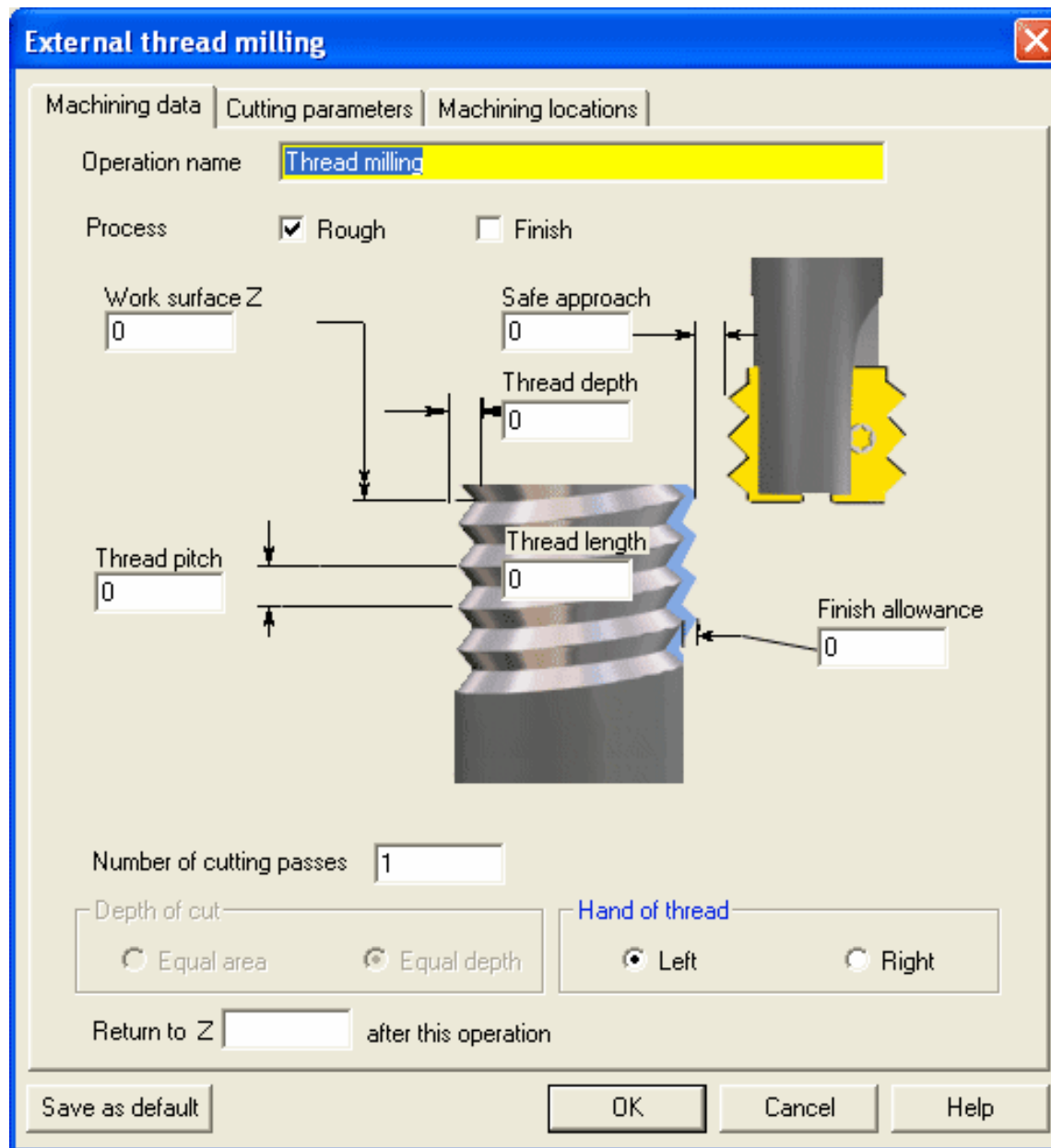




*Fresamento de Cavidade*

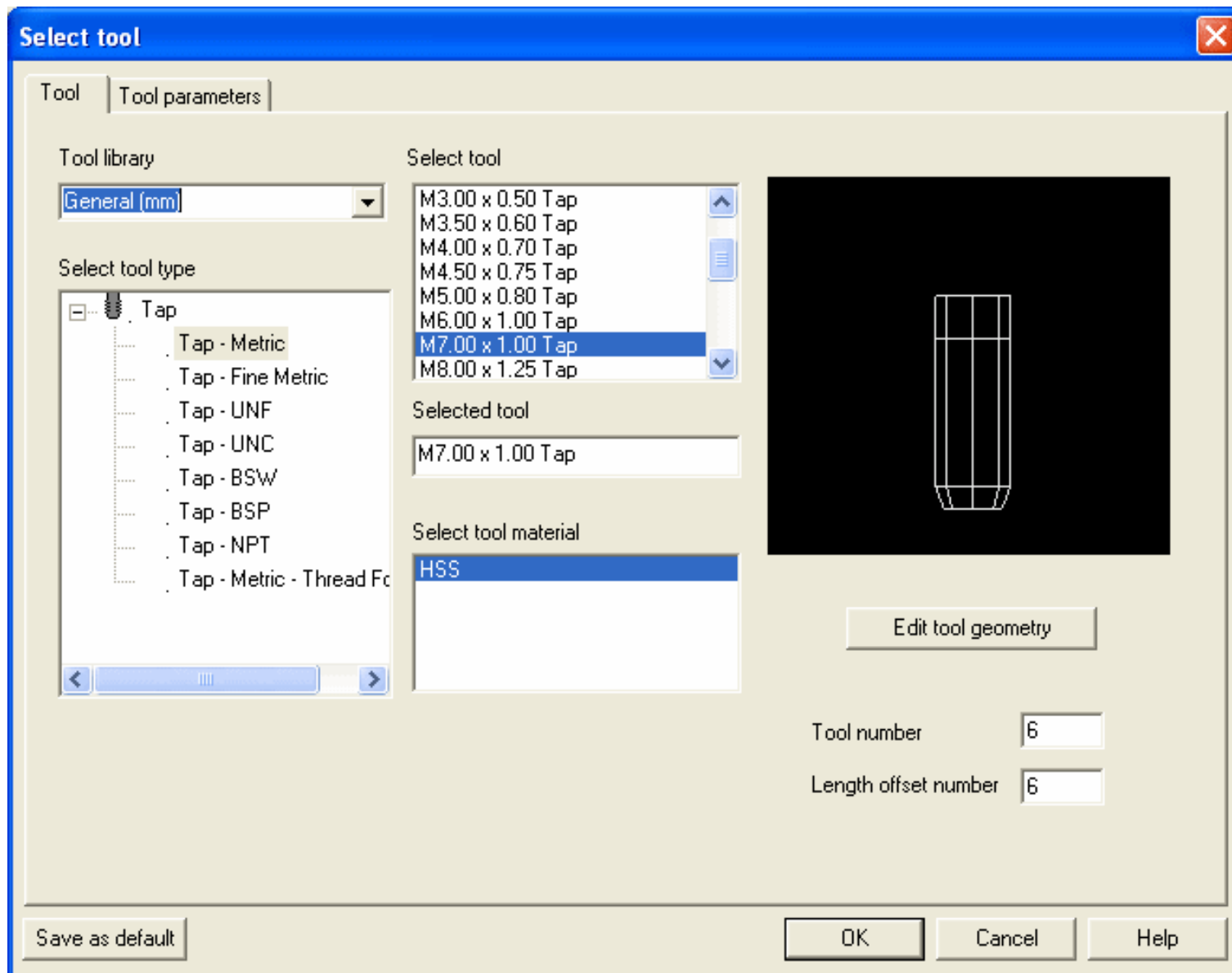


*Fresamento de Ranhura*



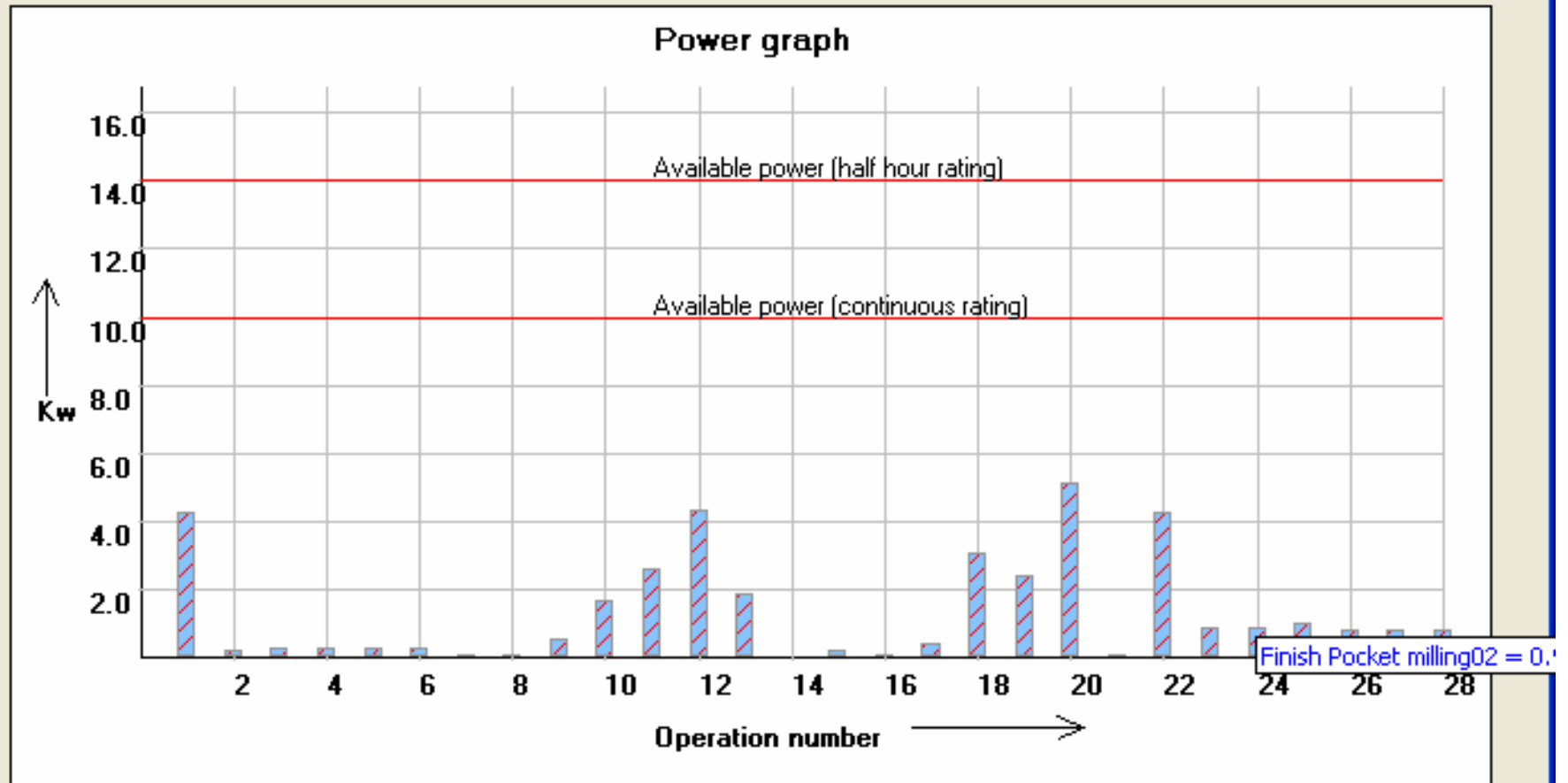
*Rosqueamento com macho*





*Seleção de ferramentas de roscar*

## Power graph



Double click on an operation's power bar to change its cutting parameters

Close

Help

*Gráfico de Potência*



# Process sheet

<b>Customer</b>	Special Forge Ltd., Nasik	<b>Date</b>	12 February 2005
<b>Part number</b>	715-76-211	<b>Machine</b>	TOPPER 100/85
<b>Part name</b>	Shaft-12		
<b>Work piece material</b>	Cast iron, low alloy, low hardness		

Opr. No.	Operation	Tool	Tool No.	Cutting Speed		Feed Rate		Depth of cut	Cut Length	Cutting Time	Rapid Time	Total Time
				m / min	Rpm	mm / min	m / rev					
1	Plain face	PCLNL 2020 K 12 R 1.2	1	200	CSS	0.00	0.358	3	117.00	.30	.20	0.52
2	Contour turn	PCLNL 2020 K 12 R 1.2	1	200	CSS	0.00	0.358	3	1051.27	3.97	.62	4.58
3	Drilling	R416.2-0140L20-31 - Dia 14	2	60	636	95.49	0.150	3	117.0	1.23	.21	1.45
4	Groove 1	LF 151.22-2020-20	3	120	CSS	0.00	0.120	3	27.02	.51	.23	0.76
5	Groove 2	LF 151.22-2020-20	3	111	CSS	0.00	0.100	4	27.02	.67	.10	0.76
6	Groove 3	LF 151.22-2020-20	3	111	CSS	0.00	0.100	4	5.00	.21	.02	0.23
7	Groove 4	LF 151.22-2020-20	3	111	CSS	0.00	0.100		5.24	.22	.03	0.25
8	Plain turn	S25T-SCLCL 12 R0.8	4	222	CSS	0.00	0.358		209.10	.31	.20	0.53
9	Finish turn	PDJNL 2020 K 11 R 0.8	5	220	CSS	0.00	0.179		198.04	1.22	.11	1.35
10	Plain face	PDJNL 2020 K 11 R 0.8	5	220	CSS	0.00	0.179		9.30	.03	.19	0.23
11	M38 thread	R166.4KF-20-16	6	100	838	1676.00	2.000		729.61	.44	.61	1.06

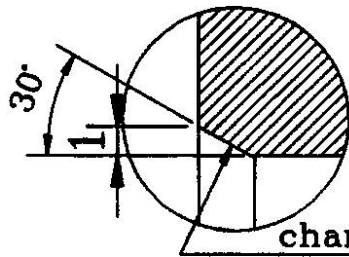
Summary	Time in mins.
Total cutting time	9.09
Total tool change time	0.10
Total rapid motion time	2.52
Total miscellaneous time	1.26
<b>Total cycle time</b>	<b>12.98</b>

Generated by CAPSmill

## TaeguTec

TaeguTec India P Ltd., Bangalore, INDIA  
Tel 080 7831870, Fax 080 783 1869, Email: techsupport@taegutec-india.com



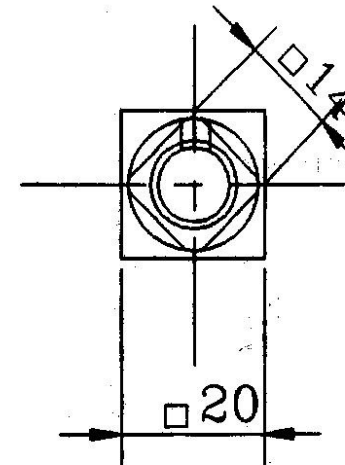
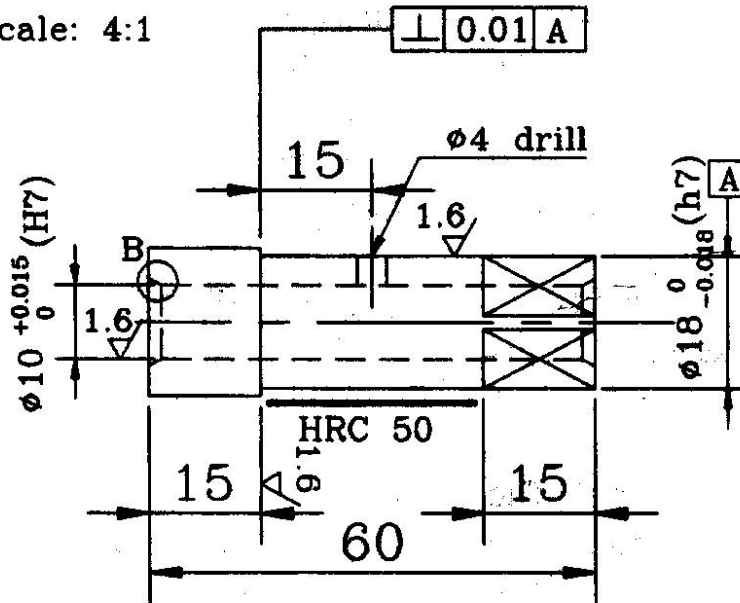


chamfer for center grinding

material : AISI4340  
 part name : core piece  
 scale : 1:1

detail B  
 scale: 4:1

6.4 / ( 1.6 / )

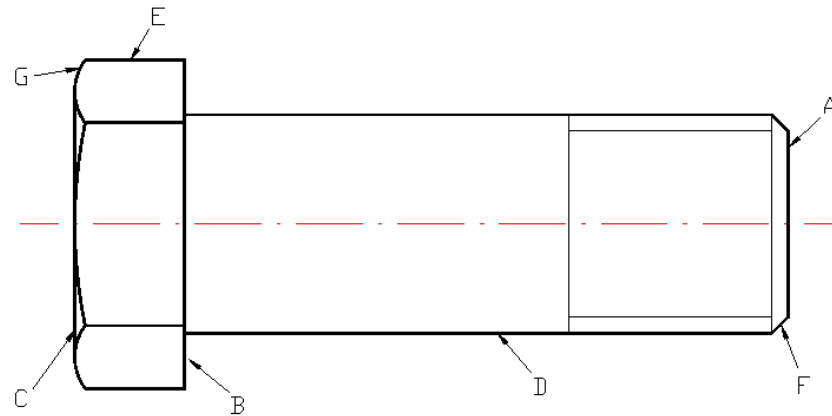


*Uma peça exemplo, para a qual será mostrado um plano de processo para a sua fabricação*

## PROCESS PLANNING SHEET

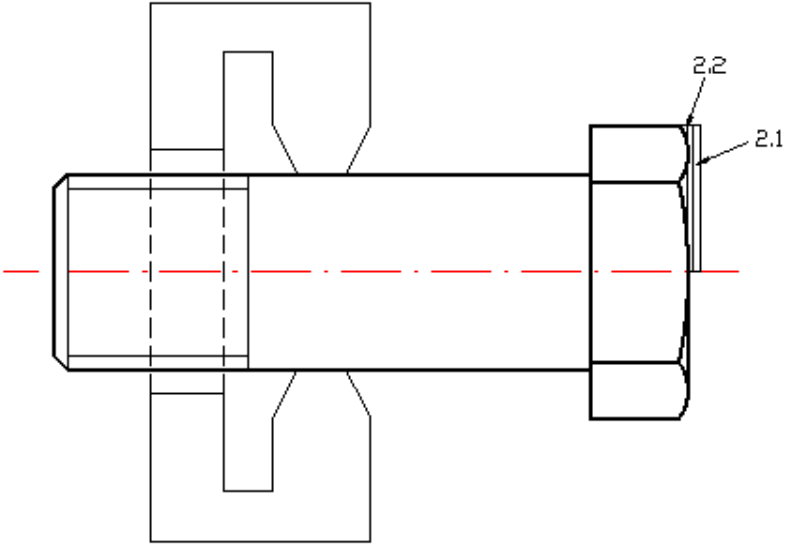
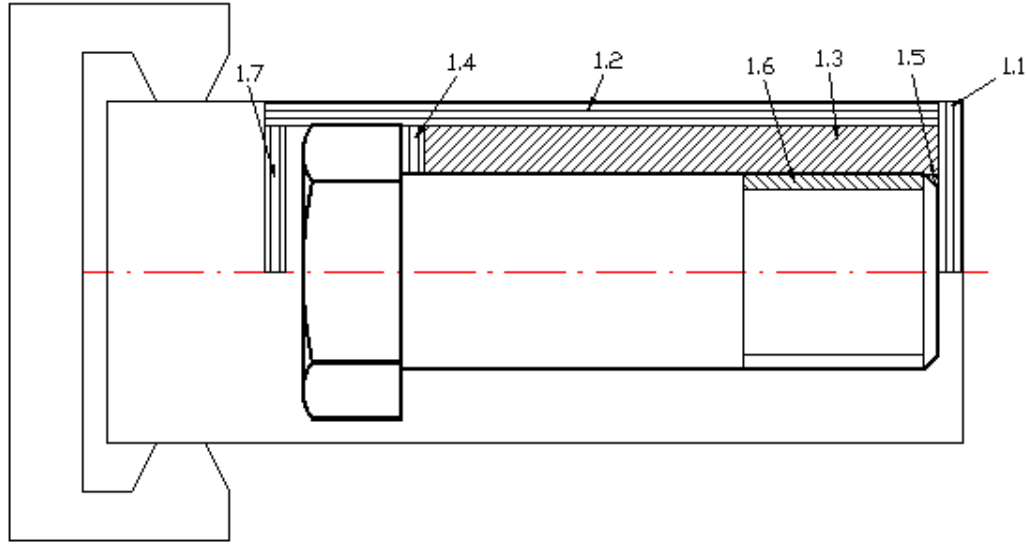
no	process	dimension	description (cutter, rpm, fixturing, inspection,...)	time (min)	illustration
1	cut off		1. cutting a $\phi$ 32 AISI 4340 bar material about 1 m with horizontal band cutoff saw	10	
2	turning		1. holding $\phi$ 30 bar in a 3-jaw chuck, with about 80 mm outside the chuck for turning	3	
			2. facing the end, high speed steel cutter, 250 rpm	2	
		$\phi$ 28	3. outside diameter roughing to $\phi$ 29, outside diameter finishing to $\phi$ 28.5, 250 rpm, feed rate 0.2 mm, measuring with vernier caliper	5	
		$\phi$ 18	4. roughing to $\phi$ 18.8, finishing to $\phi$ 18.3, shoulder A in right angle	5	
		$\phi$ 10 hole	5. drilling with $\phi$ 2.5 $\times$ 60° center drill, 2800 rpm, drilling with $\phi$ 9.7 drill, 600 rpm, 70 mm in depth, reaming with $\phi$ 10H7 reamer, 200 rpm 70 mm in depth	10	
		C1 $\times$ 30°	6. turning chamfer 1 $\times$ 30° at hole opening for grinding use	2	
		60	7. cutting 62 mm in length from right end with a cutoff tool, 200 rpm	4	
		15	8. facing the cutoff end to 15 mm thick, 250 rpm	1	
		C1 $\times$ 30°	9. turning chamfer 1 $\times$ 30° at hole opening for grinding use	1	
3	milling	$\square$ 20	1. vertical milling machine, set up with 4-jaw dividing head, central line calibrating with dial indicator, $\phi$ 20 end mill, 300 rpm, dividing head rotating 90° 4 times	30	
		$\square$ 14, 15	2. 4-jaw chuck securing $\square$ 20 side, central line calibrating with dial indicator in longitudinal direction and run out, calibrating orientation with dial indicator by travelling on flat surface $\square$ 20 at B, $\phi$ 20 end mill, 300 rpm, rotating 90° 4 times	30	
4	drilling	$\phi$ 4	1. retaining the above setup, change $\phi$ 20 end mill tool holder into a drill chuck, drilling with a $\phi$ 2.5 center drill, 2800 rpm, drilling with a $\phi$ 4 drill, 1500 rpm	10	
5	deburring	$\phi$ 10 hole	1. deburring with $\phi$ 10H7 reamer by hand	2	
6	heat-treatment	$\phi$ 18	1. flame hardening, oil quenching	20	
7	hardness testing	HRC50 (over)	1. testing with Rockwell hardness tester	15	
8	grinding	$\phi$ 18 <sup>0</sup> <sub>-0.018</sub>	1. workpiece mounting on centers, rotating with dog, measuring with micrometer, grinding wheel type 32A60G12, shoulder grinding also	20	
9	inspecting	all	1. total inspection	5	

*Plano de processo para a fabricação da peça na figura anterior*

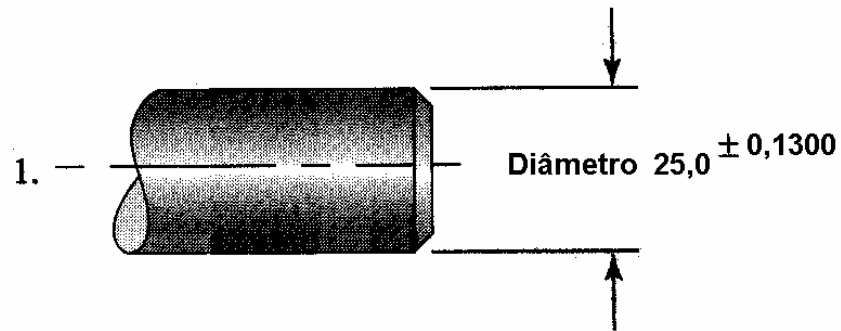


<i>Nº da Operação</i>	<i>Operação</i>	<i>Fixação</i>	<i>Nº de Fixações</i>	<i>Operação Elementar</i>	<i>Nº de passes</i>
1	Torneamento	Placa de 3 castanhas	1	1. Facear sup. A 2. Torneiar sup. E 3. Torneiar sup. D 4. Facear sup. B 5. Chanfrar sup. F 6. Torneiar rosca 7. Sangrar	1 1 3 1 1 6 1
2	Torneamento	Placa de 3 castanhas	1	1. Facear sup. C 2. Chanfrar sup. G	1 1
3	Fresamento	Morsa	3	1. Fresar sextavado (operação elementar complexa)	3

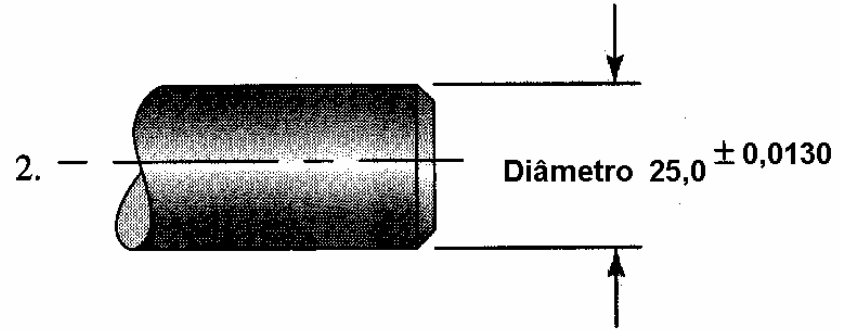




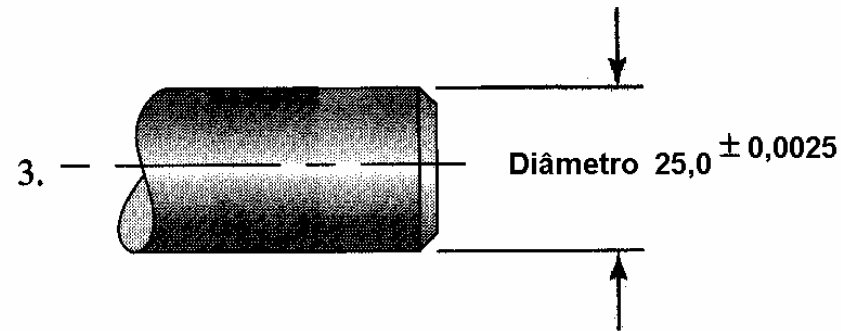
Processos:



Tornear Diâm. Externo



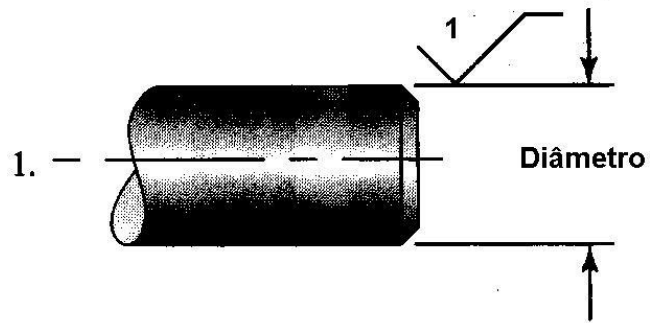
Tornear Diâm. Externo  
Retificar Diâm. Externo



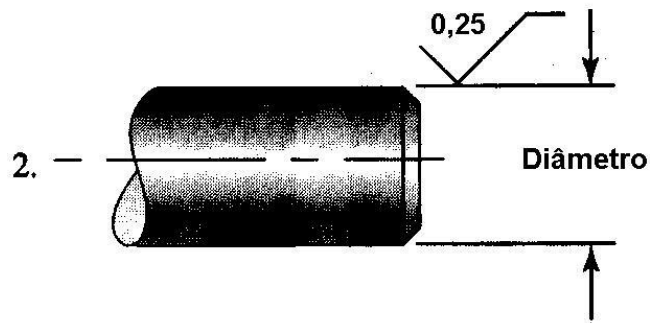
Tornear Diâm. Externo  
Retificar Diâm. Externo  
Lapidar Diâm. Externo

*A partir da tolerância  
pode-se seleccionar um  
processo de  
fabricação para uma  
dada superfície.*

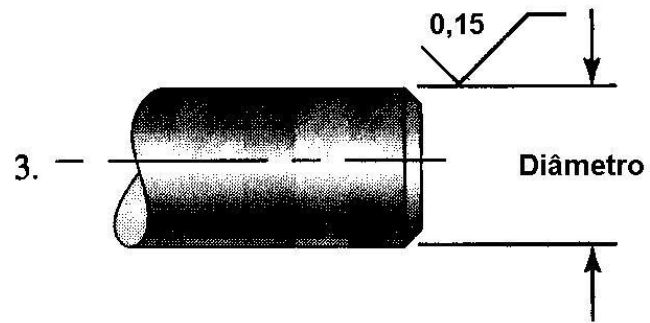
**Processos:**



Tornear Diâm. Externo



Tornear Diâm. Externo  
Retificar Diâm. Externo



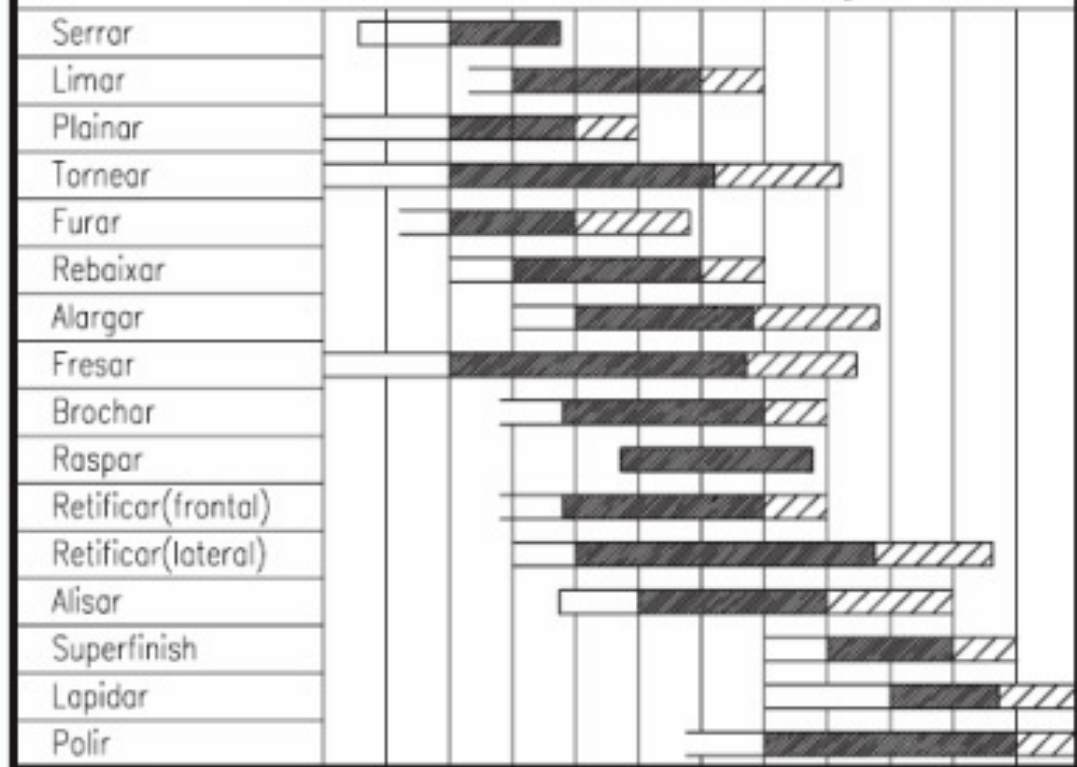
Tornear Diâm. Externo  
Retificar Diâm. Externo  
Lapidar Diâm. Externo

*A partir da rugosidade superficial pode-se selecionar um processo de fabricação para uma dada superfície.*



Grupos de rugosidades	▽			▽▽			▽▽▽			▽▽▽▽		
Rugosidade máxima valores em Ra(μm)	50			6,3			0,8			0,1		
Classes de rugosidade (GRADE)	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
Rugosidade máxima valores em Ra(μm)	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025

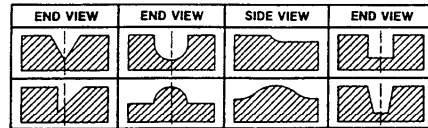
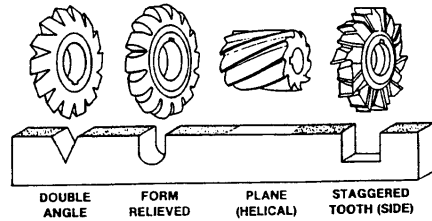
Informações sobre os resultados de usinagem



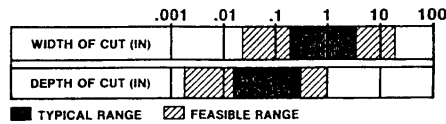
- Faixa para um desbaste superior
- Rugosidade realizável com usinagem comum
- Rugosidade realizável com cuidados e métodos especiais

*Gráfico de Rugosidades*

## FRESAMENTO PERIFÉRICO



### ARBOR MILLING CAPABILITIES

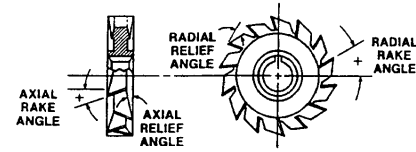


TOLERANCES		
ARBOR MILLING	TYPICAL	FEASIBLE
DEPTH	±0.005	±0.001

SURFACE FINISH	
PROCESS	MICROINCHES (A.A.)
ARBOR MILLING	2 4 8 16 32 63 125 250 500

MATERIAL	ARBOR MILLING MACHINABILITY RATINGS			
	POOR	FAIR	GOOD	EXCEL
ALUMINUM			████████	████████
BRASS			████████	████████
CAST IRON			████████	████████
MILD STEEL			████████	████████
STAINLESS STEEL	████████	████████	████████	████████
PLASTICS			████████	████████

Tool materials	Applications
High speed steel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Special tool shapes</li> <li>Low production</li> </ul>
Carbides (inserts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>High production</li> </ul>
Ceramics (inserts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>High speed machining</li> <li>High production</li> <li>Uninterrupted cuts</li> </ul>
Diamonds (inserts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>High surface qualities, fine tolerances</li> <li>Nonferrous or nonmetallic materials</li> </ul>



WORKPIECE MATERIAL	AXIAL RAKE ANGLE (°)	RADIAL RAKE ANGLE (°)	AXIAL RELIEF ANGLE (°)	RADIAL RELIEF ANGLE (°)
ALUMINUM	12 to 25	10 to 20	5 to 7	5 to 11
BRASS	12 to 25	10 to 20	5 to 7	5 to 11
CAST IRON	10 to 12	10 to 20	2 to 4	3 to 7
MILD STEEL	10 to 15	10 to 15	3 to 5	4 to 8
STAINLESS STEEL	10 to 12	5 to 10	3 to 5	4 to 8
PLASTICS	18	15	6	8

Typical speeds and feeds			
Workpiece material	Hardness (Hardness Brinell)	Cutting speed (sfpm)	Feed rate (ipt)
Aluminum	70 to 125	300 to 500	0.006 to 0.010
Brass	60 to 100	110 to 275	0.007 to 0.009
Cast iron	250 to 320	30 to 55	0.005 to 0.006
Mild steel	275 to 325	60 to 80	0.006
Stainless steel	275 to 325	40 to 55	0.006
Plastics	...	150 to 350	0.006

Work material	Cutting fluid	Application
Aluminum	None, mineral oil, fatty oil	Spray, flood
Brass	Mineral oil, specialty fluid	Spray, flood
Cast iron	Soluble oil, chemical and synthetic oil, none	Spray, flood
Mild steel	Chemical and synthetic oil, soluble oil	Spray, flood
Stainless steel	Sulfurized mineral oil, fatty soluble oil, chemical and synthetic oil	Spray, flood
Plastics	Mineral oil, soluble oil, cold air, none	Spray, flood, air jet

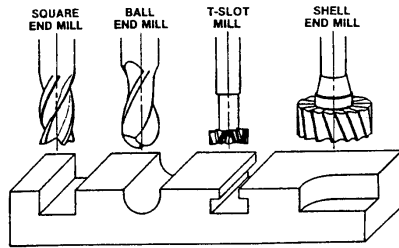
$$\text{Machine hp} = \text{unit-power} \times \text{removal rate (in.}^3\text{/min)}$$

Material	Hardness (HB)	Unit power*
Aluminum	30 to 150	0.3
Brass	50 to 145	0.6
	145 to 240	1.0
Cast iron	110 to 190	0.6
	190 to 320	1.1
Mild steel	85 to 200	1.1
	330 to 370	1.5
	485 to 560	2.1
Stainless steel	135 to 275	1.4
	275 to 430	1.5
Plastics	N/A	0.05 est.

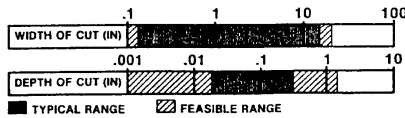
\*Unit power based on: • high speed steel (HSS) and carbide tools • feed of 0.005 to 0.012 ipt • 80% efficiency.

*Fresamento Periférico  
Condições de usinagem*

## FRESAMENTO DE TOPO



### END MILLING CAPABILITIES

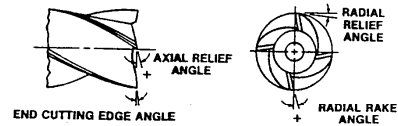


TOLERANCES		
END MILLING	TYPICAL	FEASIBLE
DEPTH	±0.001	±0.0005

SURFACE FINISH	
PROCESS	MICROINCHES (A.A.)
END MILLING	2 4 8 16 32 63 125 250 500

MATERIAL	END MILLING MACHINABILITY RATINGS			
	POOR	FAIR	GOOD	EXCEL
ALUMINUM			████████	████████
BRASS			████████	████████
CAST IRON			████████	████████
MILD STEEL			████████	████████
STAINLESS STEEL	████████	████████	████████	████████
PLASTICS			████████	████████

Tool materials	Applications
High speed steel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Special tool shapes</li> <li>Low production</li> </ul>
Carbides (inserts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Most commonly used cutters</li> <li>High production</li> </ul>
Ceramics (inserts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>High speed machining</li> <li>High production</li> <li>Uninterrupted cuts</li> </ul>
Diamonds (inserts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>High surface qualities, fine tolerances</li> <li>Nonferrous or nonmetallic material</li> </ul>



Workpiece material	Radial rake angle (°)	Cutting edge angle (°)	Axial relief angle (°)	Radial relief angle (°)
Aluminum	20 to 35	7 to 12	3 to 5	10 to 12
Brass	10 to 12	7 to 12	3 to 5	5 to 10
Cast iron	-5 to -10	5 to 10	4 to 7	4 to 7
Mild steel	10 to 15	5 to 10	5 to 7	3 to 7
Stainless steel	5 to 12	5	8 to 10	8 to 10
Plastics	18	15	6	6

### Typical speeds and feeds

Workpiece material	Cutting speed (sfpm)	Feed rate (ipt)
Aluminum	700 to 1300	0.006 to 0.010
Brass	450 to 900	0.005 to 0.010
Cast iron	200 to 300	0.003 to 0.010
Mild steel	350 to 550	0.005 to 0.008
Stainless steel	200 to 350	0.004 to 0.007
Plastics*	400 to 1000	0.005 to 0.016

\* High speed tool steel.

Work material	Cutting fluid	Application
Aluminum	None, mineral oil, fatty oil	Spray, flood
Brass	Mineral oil, specialty fluid	Spray, flood
Cast iron	Soluble oil, chemical and synthetic oil, none	Spray, flood
Mild steel	Chemical and synthetic oil, soluble oil	Spray, flood
Stainless steel	Sulfurized mineral oil, fatty soluble oil, chemical and synthetic oil	Spray, flood
Plastics	Mineral oil, soluble oil, cold air, none	Spray, flood, air jet

$$\text{Machine hp} = \text{unit power} \times \text{removal rate (in.}^3/\text{min)}$$

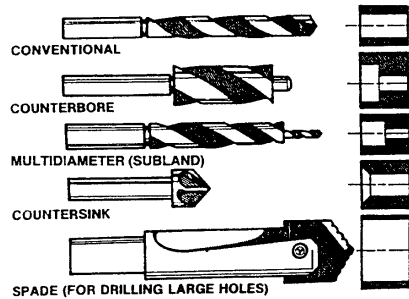
Material	Hardness (HB)	Unit power*
Aluminum	30 to 150	0.3
Brass	50 to 145	0.6
	145 to 240	1.0
Cast iron	110 to 190	0.6
	190 to 320	1.1
Mild steel	85 to 200	1.1
	330 to 370	1.5
	485 to 560	2.1
Stainless steel	135 to 275	1.4
	275 to 430	1.5
Plastics	N/A	0.05 est.

\* Unit power based on: • HSS and carbide tools • feed of 0.005 to 0.012 ipt • 80% efficiency.

*Fresamento de Topo - Condições de usinagem*



# FURAÇÃO



TOLERANCES						
DRILL DIAMETER (IN)	1/8 to 1/4		1/4 to 3/4		3/4 to 1-1/2	
	OVER-SIZE	LOCA-TION	OVER-SIZE	LOCA-TION	OVER-SIZE	LOCA-TION
NO CENTER-DRILLED HOLE—NO BUSHING	.003	±.007	.006	±.008	.008	±.009
CENTER-DRILLED HOLE—NO BUSHING	.003	±.004	.003	±.004	.004	±.005
DRILL BUSHING	.002	±.002	.003	±.002	.004	±.003

SURFACE FINISH						
PROCESS	MICROINCHES (A.A.)					
DRILLING	2	4	8	16	32	63 125 250 500

■ TYPICAL RANGE    ▨ FEASIBLE RANGE



MATERIAL	POINT ANGLE (°)	HELIX ANGLE (°)	LIP RELIEF ANGLE (°)
ALUMINUM	90 to 135	32 to 48	12 to 26
BRASS	90 to 118	0 to 20	12 to 26
CAST IRON	90 to 118	24 to 32	7 to 20
MILD STEEL	118 to 135	24 to 32	7 to 24
STAINLESS STEEL	118 to 135	24 to 32	7 to 24
PLASTICS	60 to 90	0 to 20	12 to 26

Typical speeds and feeds					
Workpiece material	Cutting speed (sfpm)	Drill diameter (in.)			
		0.25	0.5	0.75	1.0
		Feed (ipr)			
Aluminum	650 to 1300	0.012	0.016	0.024	0.032
Brass	200 to 250	0.008	0.010	0.016	0.020
Cast iron*	80 to 110	0.005	0.007	0.010	0.012
Mild steel	110 to 120	0.008	0.010	0.016	0.020
Stainless steel	20 to 50	0.005	0.007	0.010	0.012
Plastics	65 to 250	0.004	0.006	0.008	0.010

\* Cast iron is usually drilled dry.

MATERIAL	DRILLING MACHINABILITY RATINGS			
	POOR	FAIR	GOOD	EXCEL
ALUMINUM			▨	▨
BRASS			▨	▨
CAST IRON		▨	▨	
MILD STEEL		▨	▨	
STAINLESS STEEL	▨	▨		
PLASTICS			▨	▨

Tool materials	Applications
High speed steel	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Most commonly used tool</li> <li>* Strength, toughness and high-temperature hardness at comparatively low cost</li> </ul>
Carbide, tipped and solid	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Commonly used for drilling cast irons, aluminum, reinforced plastic and steel harder than 495 HB</li> <li>Tipped: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Cost less than solid carbide</li> <li>* Abrasive metals of low tensile strength</li> </ul> </li> <li>Solid: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Used for extreme rigidity and drilling accuracy</li> <li>* Extended tool life</li> </ul> </li> </ul>

Work material	Cutting fluid	Application
Aluminum	Soluble oil, mineral oil	Spray
Brass	Mineral oil, soluble oil	Flood
Cast iron	Cold air, none	Air jet
Mild steel	Soluble oil, sulfurized oil	Flood
Stainless steel	Soluble oil, sulfurized mineral oil	Flood
Plastics	Mineral oil, soluble oil 100:1, cold air, none	Flood, spray, air jet

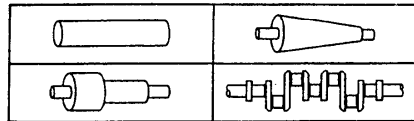
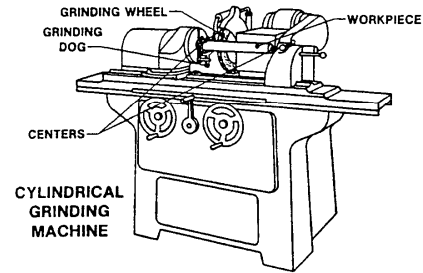
$$\text{Machine hp} = \text{unit power} \times \text{removal rate (in.}^3/\text{min)}$$

Material	Hardness (HB)	Unit power*
Aluminum	30 to 150	0.16
Brass	50 to 145	0.48
	145 to 240	0.8
Cast iron	110 to 190	1.0
	190 to 320	1.6
Mild steel	85 to 200	1.0
	330 to 370	1.4
	485 to 560	2.1
Stainless steel	135 to 275	1.1
	275 to 430	1.2
Plastics	N/A	0.05 est.

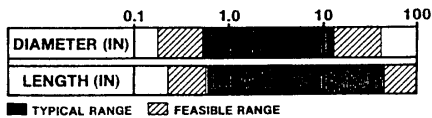
\* Unit power based on: • HSS drills • feed of 0.002 to 0.008 ipr • 80% efficiency. est. = estimate.

*Furação -  
Condições de  
usinagem*

# RETIFICAÇÃO CILÍNDRICA



## CYLINDRICAL GRINDING CAPABILITIES



TOLERANCES		
CYLINDRICAL GRINDING	TYPICAL	FEASIBLE
DIAMETER	±.0005	±.00005
ROUNDNESS	±.0001	±.00001

SURFACE FINISH	
PROCESS	MICROINCHES (A.A.)
CYLINDRICAL GRINDING	2 4 8 16 32 63 125 250 500

Work material properties	Effects of cylindrical grinding
Mechanical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Residual surface stresses</li> <li>A thin martensitic layer may form on the part surface</li> <li>Fatigue strength may be reduced</li> </ul>
Physical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Magnetic properties may be lost on ferromagnetic materials</li> </ul>
Chemical	<ul style="list-style-type: none"> <li>May increase susceptibility to corrosion</li> </ul>

## Typical Workpiece Materials

Aluminum, brass, and plastics have poor to fair ratings, whereas cast iron and mild steel have good machinability characteristics. Conversely, stainless steel has a poor to fair rating because of its toughness and tendency to work harden.

MATERIAL	CYLINDRICAL GRINDING GRINDABILITY RATINGS			
	POOR	FAIR	GOOD	EXCEL
ALUMINUM	[Hatched]			
BRASS	[Hatched]			
CAST IRON			[Hatched]	
MILD STEEL			[Hatched]	
STAINLESS STEEL	[Hatched]			
PLASTICS	[Hatched]			

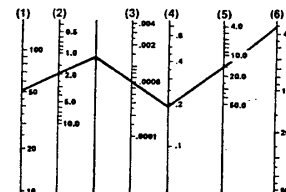
Workpiece material	Hardness (HB)	In-feed (in./pass)	Wheel ID No. ANSI	
			Rough	Finish
Aluminum	30 to 150	0.002 to 0.0005	C 54 J 9 V	C 54 J 9 V
Brass	40 to 200	0.002 to 0.0005	C 46 J 9 V	C 46 J 9 V
Cast iron, ductile	520 max	0.002 to 0.0005	C 54 J 7 V	C 54 J 7 V
Mild steel	500 max	0.002 to 0.0005	A 60 L 7 V	A 60 L 7 V
Stainless steel	150 to 200	0.002 to 0.0005	A 60 J 7 V	A 60 J 7 V
Thermoplastic	—	0.005 to 0.0005	C 60 K 9 V	C 60 K 9 V

in./pass = inches per pass.

Work material	Cutting fluid	Application
Aluminum	Light duty oil	Flood
Brass	Light duty oil	Flood
Cast iron	Heavy duty emulsifiable oil, light duty chemical and synthetic oil	Flood
Mild steel	Heavy duty water-soluble oil	Flood
Stainless steel	Heavy duty emulsifiable oil, heavy duty chemical and synthetic oil	Flood
Plastics	Water-soluble oil, dry, heavy duty emulsifiable oil, light duty chemical and synthetic oil	Flood

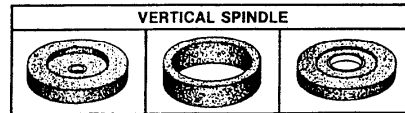
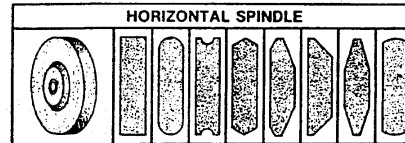
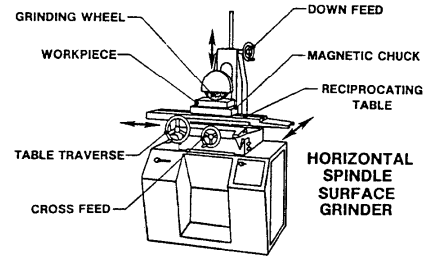
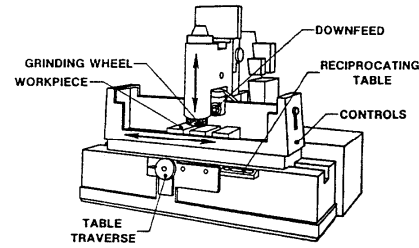
BASED ON:  
 • #620 STEEL, 170 HB  
 • (1) FEED RATE = 50 IN/MIN  
 • (2) WORKPIECE DIA. = 2 IN  
 • (3) DEPTH OF GRIND = .0006 IN/PASS  
 • (5) UNIT HP = 15 HP/IN<sup>3</sup>/MIN

THEN:  
 • (4) METAL REMOVAL RATE = 189 IN<sup>3</sup>/MIN  
 • (6) MOTOR HP = 3.5



*Retificação Cilíndrica - Condições de usinagem*

# RETIFICAÇÃO PLANA



TOLERANCES		
SURFACE GRINDING	TYPICAL	FEASIBLE
FLATNESS	±0.002	±0.00015
PARALLELISM	±0.003	±0.00015

SURFACE FINISH	
PROCESS	MICROINCHES (A.A.)
SURFACE GRINDING	2 4 8 16 32 63 125 250 500
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: gray;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: white;"></div> </div>

■ TYPICAL RANGE    ▨ FEASIBLE RANGE

BASED ON:  
 •GRAY IRON, 180 HB  
 •(1) FEED RATE = 665 IN/MIN  
 •(2) WORKPIECE WIDTH = 2 IN  
 •(3) DEPTH OF GRIND = .0006 IN/PASS  
 •(5) UNIT HP = 15 HP/IN<sup>2</sup>/MIN

THEN:  
 •(4) METAL REMOVAL RATE = .8 IN<sup>3</sup>/MIN  
 •(6) MOTOR HP = 15

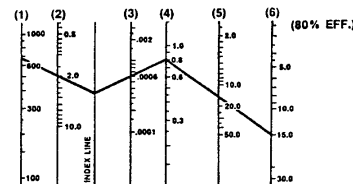
STANDARD MARKING SYSTEM **A 36 L 5 V**  
 ABRASIVE MATERIAL GRAIN SIZE GRADE BOND STRUCTURE

FEATURES	HORIZONTAL	VERTICAL
ABRASIVE	ALUMINUM OXIDE (A), SILICON CARBIDE (C)	
GRAIN SIZE	COARSE → FINE 46 to 60 MOST COMMON 36 to 320	COARSE → FINE 36 to 54 MOST COMMON 20 to 54
GRADE (BOND STRENGTH)	H-K SOFT WORKPIECES F-J HARD WORKPIECES	H-K SOFT WORKPIECES D-J HARD WORKPIECES
STRUCTURE (GRAIN SPACING)	DENSE → OPEN 1 to 16	
BOND MATERIAL	VITRIFIED (V), RESINOID (B), SILICATE (S), SHELLAC (R), RUBBER (R), OXYCHLORIDE (O)	

Abrasive materials	Applications
Aluminum oxide (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Best for most steels and steel alloys</li> <li>* Low cost</li> <li>* High volume applications</li> </ul>
Silicon carbide (C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Best for cast iron, nonferrous metals, and nonmetallic materials</li> <li>* Low cost</li> </ul>
Diamond (D, MD, SD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Can be natural or man-made</li> <li>* Best for most carbides and some nonmetallic materials</li> <li>* Very high cost</li> </ul>
Cubic boron nitride (B)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Superior for high speed steel</li> <li>* Long life</li> <li>* Cool cutting</li> <li>* Very high cost</li> </ul>

Workpiece material	Hardness (HB)	Downfeed (in./pass)	Wheel ID No. ANSI	
			Rough	Finish
Aluminum	30 to 150	0.003 to 0.001	C 46 J 7 V	C 46 J 7 V
Brass	340 to 450	0.003 to 0.0005	A 46 J 7 V	A 46 J 7 V
Cast iron, ductile	520 max	0.003 to 0.001	C 36 I 6 V	C 36 I 6 V
Mild steel	500 max	0.003 to 0.001	A 46 J 6 V	A 46 J 6 V
Stainless steel	325 to 450	0.001 to 0.0005	A 46 H 6 V	A 46 H 6 V
Plastics	—	0.005 to 0.0005	C 54 J 7 V	C 54 J 7 V

Workpiece material	Hardness (HB)	Downfeed (in./pass)	Wheel ID No. ANSI	
			Rough	Finish
Aluminum	30 to 150	0.001 to 0.004	CA 46 G 7 B	CA 60 G 7 B
Brass	40 to 200	0.001 to 0.004	CA 46 G 7 B	CA 60 G 7 B
Cast iron, ductile	520 max	0.001 to 0.005	A 24 G 6 V	A 80 G 6 V
Mild steel	500 max	0.001 to 0.005	A 30 H 6 V	A 80 H 6 V
Stainless steel	325 to 450	0.001 to 0.003	A 30 H 6 V	A 80 H 6 V
Plastics	—	—	—	—



Retificação  
 Plana -  
 Condições de  
 usinagem



## TORNEAMENTO e FACEAMENTO

TOLERANCES		
TURNING/FACING	TYPICAL	FEASIBLE
DIAMETER	± 0.001	± 0.0002
LENGTH	± 0.002	± 0.0005

SURFACE FINISH	
PROCESS	MICROINCHES (A.A.)
TURNING/FACING	2 4 8 16 32 63 125 250 500
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="width: 10%; background-color: black; height: 10px;"></div> <div style="width: 10%; background-color: #cccccc; height: 10px;"></div> <div style="width: 10%; background-color: #808080; height: 10px;"></div> <div style="width: 10%; background-color: #404040; height: 10px;"></div> <div style="width: 10%; background-color: #202020; height: 10px;"></div> <div style="width: 10%; background-color: #000000; height: 10px;"></div> <div style="width: 10%; background-color: #000000; height: 10px;"></div> <div style="width: 10%; background-color: #000000; height: 10px;"></div> </div>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span>■ TYPICAL RANGE</span> <span>▨ FEASIBLE RANGE</span> </div>

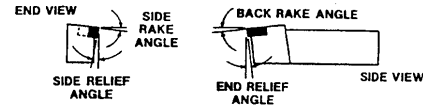
### Typical Workpiece Materials

Shown are some of the typical workpiece materials and their relative machinability ratings. Aluminum, brass, and plastics have good to excellent ratings, whereas cast iron and mild steel have good machinability characteristics. Stainless steel has a poor to fair rating because of its toughness and its tendency to work harden when machined.

MATERIAL	VERTICAL BORING MACHINABILITY RATINGS			
	POOR	FAIR	GOOD	EXCEL
ALUMINUM			▨	▨
BRASS			▨	▨
CAST IRON			▨	▨
MILD STEEL			▨	▨
STAINLESS STEEL	▨	▨		
PLASTICS			▨	▨

▨ TYPICAL RANGE     ▨ FEASIBLE RANGE

Tool materials	Applications
High speed steel	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Special tool shapes</li> <li>* Low production</li> <li>* Best for interrupted cuts</li> </ul>
Carbides (inserts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* High production</li> </ul>
Ceramics (inserts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* High speed machining</li> <li>* Avoid interrupted cuts</li> <li>* Avoid positive rake angles</li> </ul>
Diamonds (inserts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Abrasive machining</li> <li>* High surface qualities, fine tolerances</li> <li>* Nonferrous or nonmetallic materials</li> </ul>



WORKPIECE MATERIAL	BACK RAKE ANGLE (°)	SIDE RAKE ANGLE (°)	END RELIEF ANGLE (°)	SIDE RELIEF ANGLE (°)
ALUMINUM	0 to 10	10 to 20	6 to 14	6 to 14
BRASS	-5 to 0	-5 to 8	6 to 10	6 to 12
CAST IRON	-7 to 5	-7 to 12	5 to 8	5 to 10
MILD STEEL	-7 to 12	-7 to 12	5 to 10	5 to 10
STAINLESS STEEL	-7 to 7	-7 to 10	5 to 10	5 to 10
PLASTICS	-5 to 5	0 to 15	20 to 30	15 to 20

### Carbide tool with cutting fluid

Conditions	Rough	Finish
Depth of cut (in.)	0.094 to 0.187 <small>(2.4 to 4.75)</small>	0.015 to 0.094 <small>(0.38 to 2.4)</small>
Feed rate (ipr)	0.015 to 0.030 <small>(0.38 to 0.76)</small>	0.005 to 0.015 <small>(0.127 to 0.38)</small>

Workpiece material	Cutting speed (sfpm)	
	Rough	Finish
Aluminum	300 to 450	450 to 700
Brass	500 to 600	600 to 700
Cast iron	250 to 350	350 to 450
Mild steel	400 to 550 <small>(180 to 250)</small>	550 to 700 <small>(250 to 310)</small>
Stainless steel	250 to 300	300 to 400
Plastics	250 to 400	400 to 650

Work material	Cutting fluid	Application
Aluminum	None, water-soluble oil, synthetic oil, kerosene	Flood, spray
Brass	None, water-soluble oil, synthetic oil	Flood
Cast iron	None	—
Steel, all types	None, water-soluble oil, synthetic oil, sulfurized oil	Flood
Plastics	None, emulsifiable oil, synthetic oil	Flood, spray

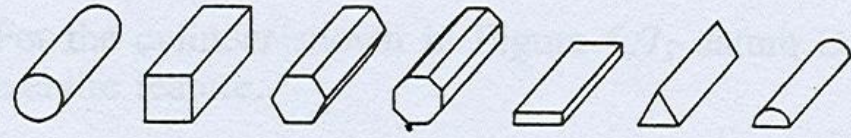
**Machine hp = unit power × removal rate (in.<sup>3</sup>/min)**

Material	Hardness (HB)	Unit power*
Aluminum	30 to 150	0.3
Brass	50 to 145 145 to 240	0.6 1.0
Cast iron	110 to 190 190 to 320	0.7 1.4
Mild steel	85 to 200 330 to 370 485 to 560	1.1 1.4 2.0
Stainless steel	135 to 275 275 to 430	1.3 1.4
Plastics	N/A	0.05 est.

\* Unit power based on: • HSS and carbide tools • feed of 0.005 ipr to 0.020 ipr • 80% efficiency. est. = estimated.

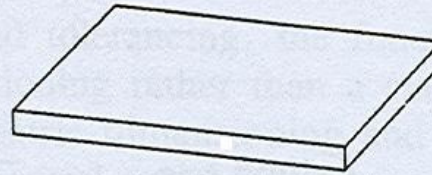
**Torneamento e Faceamento - Condições de usinagem**

Bars

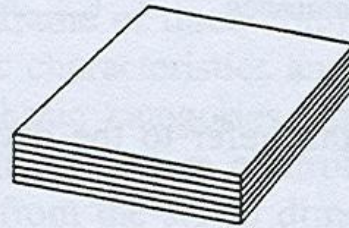


Round Square Hexagonal Octagonal Flat Triangular Half round

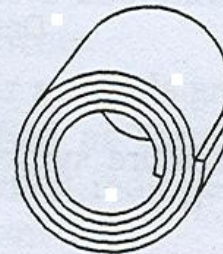
Plates



Sheets and Coils

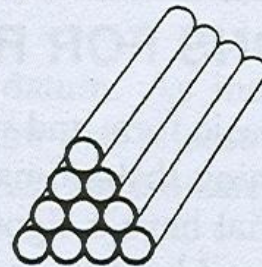


Sheets

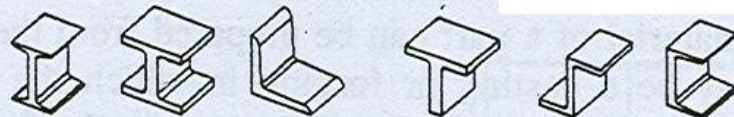


Coils

Pipes and tubes



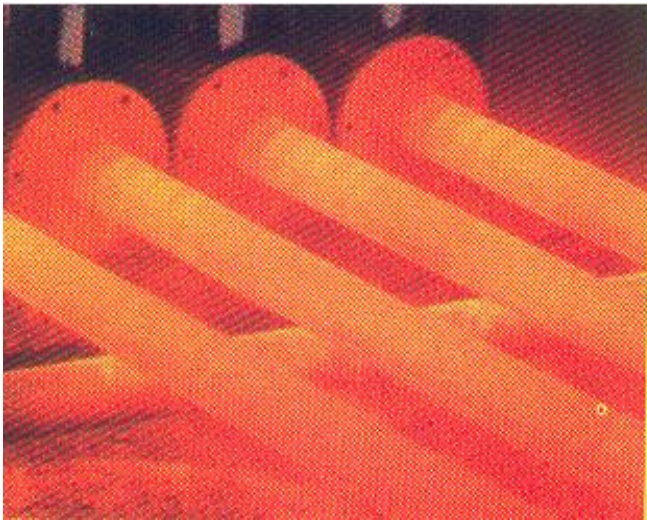
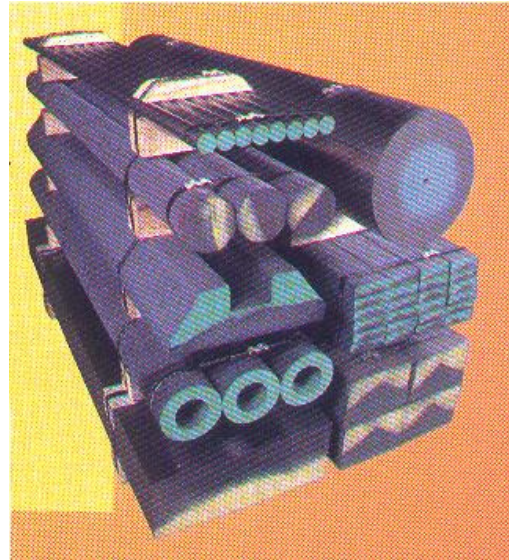
Structural shapes



Beams Angles Tees Zees Channels

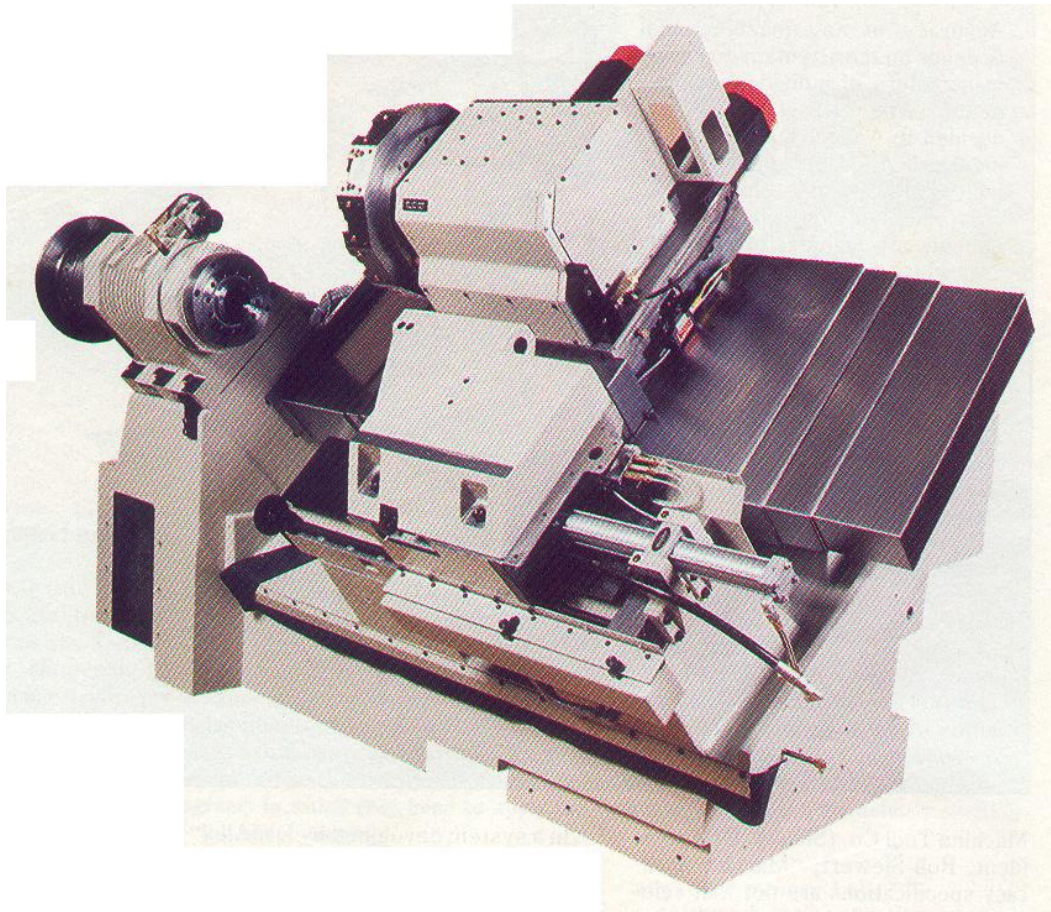
*Exemplos de  
matérias-primas*





*Exemplos de matérias-prima, e a sua fabricação e inspeção*





*Um centro de  
torneamento CNC*

<i>Processo</i>		<i>Classe de Tolerância IT</i>	<i>Rugosidade <math>R_z</math> (<math>\mu\text{m}</math>)</i>
Torneamento	Desbaste	12-13	10-80
	Semi-acabamento	10-11	2,5-10
	Acabamento	7-9	1,25-2,5
Abertura de canal	Num único passe	11-12	10-20
Retificação	Desbaste	7-9	0,63-2,5
	Semi-acabamento	6-7	0,16-0,63
	Acabamento	5-6	0,08-0,16
Lapidação	Semi-acabamento	5-6	0,04-0,63
	Acabamento	3-5	0,008-0,08
Super-acabamento		3-5	0,008-0,16

*Precisões de usinagem e rugosidades obtidas economicamente através de diversos processos de usinagem para superfícies cilíndricas externas*



TABELA A.2.1.- Tolerâncias fundamentais para dimensões até 500 mm[3].

Grupo de Dimensões em milímetros - valores da tabela em microns														
qualidade	até 1	de 1 até 3	de 3 até 6	de 6 até 10	de 10 até 18	de 18 até 30	de 30 até 50	de 50 até 80	de 80 até 120	de 120 até 180	de 180 até 250	de 250 até 315	de 315 até 400	de 400 até 500
IT 01	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2	2	2,5	3	4
IT 0	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1	1,2	1,5	2	3	4	5	6
IT 1	0,8	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
IT 2	1,2	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
IT 3	2	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
IT 4	3	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
IT 5	4	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
IT 6	6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
IT 7	10	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
IT 8	14	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97
IT 9	25	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
IT 10	40	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
IT 11	60	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
IT 12	—	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
IT 13	—	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
IT 14	—	250	300	360	430	520	620	740	870	1.000	1.150	1.300	1.400	1.550
IT 15	—	400	480	580	700	840	1.000	1.200	1.400	1.600	1.850	2.100	2.300	2.500
IT 16	—	600	750	900	1.100	1.300	1.600	1.900	2.200	2.500	2.900	3.200	3.600	4.000

*Tabela com  
Tolerâncias  
Fundamentais*



**TABELA A.2.2 . Tolerâncias fundamentais em função de  $i$  , para as qualidades de trabalho de IT 5 à IT 16[3]**

Qualidade IT	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Tolerâncias	$7i$	$10i$	$16i$	$25i$	$40i$	$64i$	$100i$	$160i$	$250i$	$400i$	$640i$	$1000i$

**TABELA A.2.3. Critérios de arredondamento dos valores das tolerâncias fundamentais para as qualidades de 5 à 11[3]**

Valores em $\mu\text{m}$	Arredondamentos em múltiplos de:
$\leq 100$	1
$> 100 \leq 200$	5
$> 200 \leq 400$	10

Cálculo da unidade de tolerância:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D \quad (\mu\text{m})$$

onde  $D \equiv$  média geométrica de dois valores extremos de cada grupo de dimensões fixadas na tabela A.2.1 (mm)

*Tabela com Tolerâncias - Cálculo*

<i>Processo</i>		<i>Classe de Tolerância IT</i>	<i>Rugosidade R<sub>a</sub> (μm)</i>
Furação		11-13	5-80
Rebaixamento		10-11	1,25-20
Alargamento	Desbaste	8-9	1,25-5
	Semi-acabamento	7-8	0,63-1,25
	Acabamento	6-7	0,16-0,63
Mandrillamento	Desbaste	12-13	5-20
	Semi-acabamento	10-11	2,5-10
	Acabamento	7-9	0,63-2,5
	de Precisão	5-7	0,16-0,63
Brochamento	Semi-acabamento	9-10	0,32-2,5
	Acabamento	6-9	0,16-0,63
Retificação	Desbaste	7-9	0,63-2,5
	Semi-acabamento	6-7	0,16-0,63
	Acabamento	5-6	0,08-0,16
Brunimento	Semi-acabamento	6-7	0,16-1,25
	Acabamento	4-6	0,04-0,32
Lapidação	Semi-acabamento	5-6	0,04-0,63
	Acabamento	3-5	0,008-0,08
Super-acabamento		3-5	0,008-0,16

*Precisões de usinagem e rugosidades obtidas economicamente através de diversos processos de usinagem para superfícies cilíndricas internas*

<i>Processo</i>		<i>Classe de Tolerância IT</i>	<i>Rugosidade R<sub>a</sub> (µm)</i>
Fresamento	Desbaste	11-13	5-20
	Semi-acabamento	8-11	1,25-10
	Acabamento	6-8	0,32-1,25
Faceamento	Desbaste	12-13	10-80
	Semi-acabamento	10-11	2,5-10
	Acabamento	7-9	1,25-2,5
Aplainamento	Desbaste	11-13	5-20
	Semi-acabamento	8-11	2,5-10
	Acabamento	6-8	0,63-5
Brochamento	Semi-acabamento	10-11	0,63-2,5
	Acabamento	6-9	0,16-0,63
Retificação	Desbaste	7-9	0,63-2,5
	Semi-acabamento	6-7	0,16-0,63
	Acabamento	5-6	0,08-0,16
Lapidação	Semi-acabamento	5-6	0,04-0,63
	Acabamento	3-5	0,008-0,08
Super-acabamento		3-5	0,008-0,16

*Precisões de usinagem e rugosidades obtidas economicamente através de diversos processos de usinagem para superfícies planas*



<i>Nº</i>	<i>Roteamento</i>	<i>Tolerância IT</i>	<i>Rugosidade R<sub>a</sub> (µm)</i>
1	Torneamento (desbaste)	12-13	10-80
2	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento)	9-11	2,5-10
3	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento) → Torneamento (acabamento)	7-9	1,25-2,5
4	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste)	7-9	0,63-2,5
5	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Retificação (acabamento)	5-6	0,08-0,16
6	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Retificação (semi-acabamento) → Lapidação	3-6	0,008-0,63
7	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Retificação (acabamento) → Super-acabamento	3-5	0,008-0,16

*Roteamentos de usinagem para superfícies cilíndricas externas*

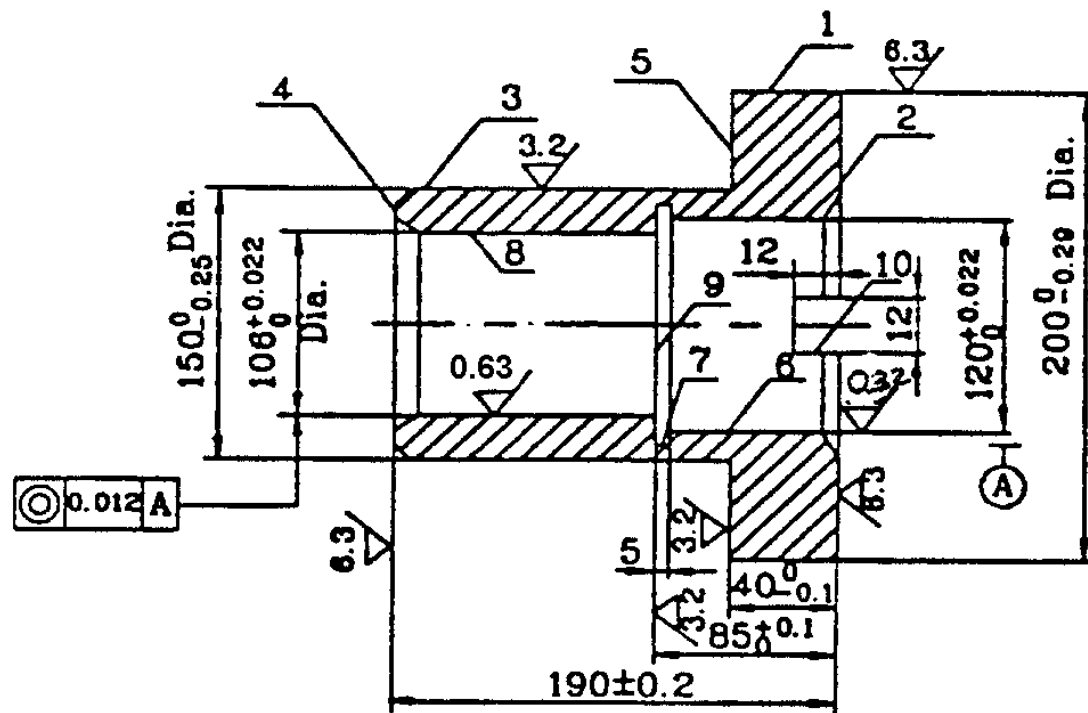
<i>Nº</i>	<i>Roteamento</i>	<i>Tolerância IT</i>	<i>Rugosidade R<sub>a</sub> (µm)</i>
1	Furação	11-13	5-80
2	Furação → Rebaixamento	10-11	1,25-20
3	Furação → Escareado → Alargamento (desbaste) → Alargamento (semi-acabamento)	7-8	0,63-1,25
4	Furação → Rebaixamento → Brochamento (acabamento)	6-9	0,6-0,63
5	Furação → Mandrilamento (desbaste)	12-13	5-20
6	Furação → Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento)	10-11	2,5-10
7	Furação → Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento) → Mandrilamento (acabamento)	7-9	0,63-2,5
8	Furação → Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento) → Mandrilamento de precisão	5-7	0,16-0,63
9	Furação → Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Retificação (semi-acabamento)	6-7	0,16-0,63
10	Furação → Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Retificação (acabamento)	5-6	0,08-0,16
11	Furação → Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Brunimento	4-7	0,04-1,25
12	Furação → Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Lapidação	3-6	0,008-0,63
13	Furação → Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Super-acabamento	3-5	0,008-0,16

*Roteamentos de usinagem para superfícies cilíndricas internas*

<i>Nº</i>	<i>Roteamento</i>	<i>Tolerância IT</i>	<i>Rugosidade R<sub>a</sub> (µm)</i>
1	Fresamento (desbaste)	11-13	5-20
2	Fresamento (desbaste) → Fresamento (semi-acabamento)	8-11	1,25-10
3	Faceamento (desbaste) → Faceamento (semi-acabamento)	10-11	2,5-10
4	Brochamento	6-11	0,16-2,5
5	Fresamento (desbaste) → Fresamento (semi-acabamento) → Fresamento (acabamento)	6-8	0,32-1,25
6	Fresamento (desbaste) → Fresamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste)	7-9	0,63-2,5
7	Fresamento (desbaste) → Fresamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Retificação (acabamento)	5-6	0,08-0,16
8	Fresamento (desbaste) → Fresamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Lapidação	3-6	0,008-0,63
9	Fresamento (desbaste) → Fresamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Super-acabamento	3-5	0,008-0,16

*Roteamentos de usinagem para superfícies planas*





*Peça exemplo  
para qual é  
feita a seleção  
de processos  
de usinagem*

Superfície	Roteamento
1	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento)
2	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento)
3	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento)
4	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento)
5	Torneamento (desbaste) → Torneamento (semi-acabamento)
6	Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Retificação (semi-acabamento)
7	Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento)
8	Mandrilamento (desbaste) → Mandrilamento (semi-acabamento) → Retificação (desbaste) → Retificação (semi-acabamento)
9	Mandrilamento
10	Fresamento

*Processos de usinagem selecionados para a peça exemplo*